



Ana Cláudia Neves de Azevedo

Licenciada em Engenharia Química e Bioquímica

Optimização da Produtividade de Linhas de Enchimento através da Determinação de Indicadores de Desempenho

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Química e Bioquímica

Orientador: Engenheiro Artur Rendeiro,
Empresa Tintas Robbialac S.A.

Co-orientador: Professora Doutora Ana Maria Ramos,
FCT da Universidade Nova de Lisboa.

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria Ascensão Reis

Arguentes: Engenheira Lina Barão

Vogais: Engenheiro Artur Rendeiro

Prof. Doutora Ana Maria Ramos



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro de 2013

Ana Cláudia Neves de Azevedo

Licenciada em Engenharia Química e Bioquímica

**Optimização da Produtividade de Linhas
de Enchimento através da Determinação
de Indicadores de Desempenho**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Química e Bioquímica

Orientador: Engenheiro Artur Rendeiro,
Chefe do Departamento de Produção & Manutenção da
Empresa Tintas Robbialac S.A.

Co-orientador: Professora Doutora Ana Maria Ramos,
Professora Associada do Departamento de Química da
Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade Nova de Lisboa.

Optimização da Produtividade de Linhas de Enchimento através da Determinação de Indicadores de Desempenho

Direitos de Cópia

O autor concede à Faculdade de Ciência e tecnologias e à Universidade Nova de Lisboa, nos termos dos regulamentos aplicáveis, o direito de divulgar e distribuir cópias desta dissertação. Concretamente:

“A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.”

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à empresa Tintas Robbialac S.A., ao Eng.º. Vítor Martins, por me ter proporcionado a realização do estágio curricular.

Ao Eng.º. Luís Coelho, Director da Área Operacional da Empresa, por todas as possibilidades cedidas dentro da Tintas Robbialac S.A. e pelo apoio e incentivo durante todo o estágio.

Ao Eng.º. Artur Rendeiro, Chefe do Departamento de Produção & Manutenção, pela confiança no meu trabalho, pelas explicações e ensinamentos dados de diversas áreas e, especialmente, pelo incentivo numa procura constante em exceder os objectivos propostos.

Gostaria de agradecer à Professora Ana Ramos, por ter recaído sobre a minha pessoa a escolha para a realização deste estágio, pela orientação ao longo do trabalho, pela ajuda, pelo incentivo e preocupação.

À Eng.ª. Lina Barão, Chefe de Serviço de Controlo de Qualidade e Eng.ª do Processo, pela simpatia, explicações e ajuda na realização das minhas tarefas.

Ao Senhor José Corgo pelos esclarecimentos prestados, pela companhia e pelas conversas proporcionadas.

Aos colaboradores da zona de enchimento, João Paulo Rodrigues, João Tremoço, João Malhadinhas, Marco Rebelo, Carlos Oliveira, João Rebocho, Adélia Rebocho, pela compreensão, pelos esclarecimentos e pela ajuda prestada.

Ao Senhor Varela e ao Senhor Mateus pela simpatia cedida.

A todos que não mencionei anteriormente mas que proporcionaram que a minha estadia na Tintas Robbialac S.A. fosse o mais agradável possível.

Agradeço também a todos os meus colegas e amigos de curso, sem eles seria impossível ultrapassar todas as dificuldades.

Finalmente, quero agradecer aos meus pais, que sempre me incentivaram a querer fazer mais e melhor, pela educação e por todo o apoio financeiro durante o meu percurso académico, sem ele teria sido impossível.

Por último, um agradecimento muito especial à minha irmã que teve um papel fundamental na minha educação, na minha maneira de estar e pelo apoio constante durante todo o meu percurso de vida.

*“Não se gere o que não se mede...
Não se mede o que não se define...
Não se define o que não se conhece...
Não há sucesso no que não se gere.”*

William Edwards Deming

RESUMO

A presente dissertação para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Química e Bioquímica, foi realizada no âmbito de um estágio na zona de enchimento da unidade de produção 1 da empresa Tintas Robbialac S.A. no período de 25 de Fevereiro de 2013 a 31 de Julho de 2013.

Na análise geral de uma empresa recorre-se a indicadores, a maioria, indicadores económicos e financeiros. No entanto, existem indicadores que nos fornecem informação da eficácia da produção, isto é, a relação entre os resultados obtidos e a capacidade produtiva de uma máquina, processo ou instalação.

Para as empresas serem competitivas necessitam de reduzir as suas perdas, de forma a melhorar a sua eficácia, para tal, é necessário conhecer as perdas e a influência destas no processo. De modo a interligar os diferentes departamentos e otimizar a produtividade, a empresa Tintas Robbialac S.A., em 2010, instalou um *software* InTouch que permite a recolha de dados para o cálculo dos indicadores de produtividade, OEE, Desempenho, Disponibilidade e Qualidade.

O trabalho realizado apresenta todos os procedimentos efectuados para a optimização do *software* implementado. As correcções executadas permitiram a obtenção de relatórios e dados fidedignos relativos aos indicadores de produtividade. Elaborou-se, também, um manual de utilizador face às alterações efectuadas durante a optimização.

Palavras-chave: Indicadores de produtividade, OEE, Disponibilidade, Desempenho, Qualidade, zona de enchimento.

ABSTRACT

This thesis for the degree of Master in Chemical and Biochemical Engineering was executed as an internship at the production unit 1 filling zone of the company Tintas Robbialac SA for the period of time 25th February 2013 to 31st July 2013.

When performing a company's overall analysis, indicators are used, mostly economic and financial indicators. However, there are indicators that provide information about production effectiveness, for example, the relationship between the results and the machine's, installation or process capacity.

In order to be competitive the companies need to reduce their losses in order to improve their effectiveness, for this it is necessary to be aware about production losses and their influence on the process. Aiming to interconnect the different departments and optimize productivity, at the year 2010 Tintas Robbialac SA, installed InTouch software that enables data collection that is used to calculate productivity indicators, such as, OEE, Performance, Availability and Quality.

This thesis presents all procedure done in order to optimize the implemented software. These modifications have enabled the production of reports with accurate data regarding the productivity indicators. A user manual that includes all changes was also made during the optimization.

Keywords: Productivity Indicators, OEE, Availability, Performance, Quality, Filling zone.

RESUME

Cette dissertation pour l'obtention de degré de maîtrise en ingénierie chimique et biochimique a été réalisée dans le cadre d'un stage dans la zone de remplissage dans l'unité de production 1 dans l'entreprise Tintas Robbialac S.A. durant la période du 25 février 2013 au juillet 2013.

Dans l'analyse générale d'une entreprise nous recourrons des indicateurs, dans la majorité, des indicateurs économiques et financiers. Malgré tout il existe des indicateurs qui nous fournissent l'information sur l'efficacité de la production, ce qui est, la relation entre les résultats obtenues et la capacité productive d'une machine, processus et installation.

Pour que les entreprise soient compétitives il est nécessaires réduire les pertes, de forme à améliorer son efficacité, pour cela, il est important de connaître les pertes et leurs influences sur le processus.

De façons a interconnecter les différent départements et optimiser la productivité, l'entreprise Tintas Robbialac S.A, à 2010, a installé un programme InTouch qui permet de recueillir des données pour le calcul des indicateur de productivité, OEE, performance, disponibilité et qualité.

Le travail réalisé présente tous les procédés effectués pour une optimisation du programme implanté. Les corrections exécutées ont permis l'obtention de rapports et de données fiables relatifs aux indicateurs de productivité. Il a été, aussi, élaboré un manuel de l'utilisateur face aux altérations effectuées pendant l'optimisation.

Mots-clés: Indicateur de productivité, OEE, Performance, Disponibilité, Qualité, zone de remplissage.

ÍNDICE DE MATÉRIAS

AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
RÉSUMÉ	VIII
ÍNDICE DE MATÉRIAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABELAS	XII
ABREVIATURAS	XIII
I- ENQUADRAMENTO E OBJECTIVOS DO TRABALHO	1
II- INTRODUÇÃO	2
1. TINTAS.....	2
1.1. <i>Perfil do sector</i>	2
1.1.1. Mercado Europeu	2
1.1.2. Portugal.....	3
1.2. <i>Tintas Robbialac S.A.</i>	7
1.3. <i>Classificação das tintas</i>	10
1.4. <i>Matérias-primas</i>	11
1.4.1. Resinas	11
1.4.2. Pigmentos	12
1.4.3. Cargas.....	12
1.4.4. Veículo Volátil	12
1.4.5. Aditivos.....	13
1.5. <i>Processo de Fabrico</i>	14
1.5.1. Pesagem das matérias-primas	15
1.5.2. Pré-mistura/Dispersão	15
1.5.3. Acabamento	17
1.5.4. Filtração	17
1.6. <i>Protecção Biológica das tintas</i>	18
1.7. <i>As tintas e o meio Ambiente</i>	18
2. INDICADORES DE PRODUTIVIDADE	23
2.1. <i>Contexto</i>	23
2.2. <i>Manutenção Produtiva Total</i>	23
2.3. <i>Sistema Toyota de Produção</i>	24
2.4. <i>OEE</i>	25
2.5. <i>Indicadores de OEE</i>	26
2.5.1. Disponibilidade.....	27
2.5.2. Desempenho.....	27

2.5.3. Qualidade.....	28
2.6. <i>As Seis Grandes Perdas (Six Big Losses)</i>	29
2.6.1. Tempo	30
2.6.2. Velocidade	31
2.6.3. Qualidade.....	31
2.7. <i>Unidades de medida</i>	33
2.7.1. Name Plate Capacity	33
2.7.2. <i>Standard</i>	34
2.7.3. Número de unidades.....	34
2.8. <i>Método de cálculo</i>	35
2.8.1. Cálculo do OEE geral	36
3. UNIDADES DE PRODUÇÃO DA EMPRESA TINTAS ROBBIALAC S.A.	37
3.1. <i>Unidade Fabril 1</i>	37
3.2. <i>Zona de enchimento da UF1</i>	38
3.2.1. Tipos de enchimento.....	40
3.2.2. Equipa de Trabalho.....	40
3.3. <i>Unidade Fabril 2</i>	41
3.4. <i>Zona de enchimento da UF2</i>	41
4. SOFTWARE UTILIZADO PARA A OBTENÇÃO DOS INDICADORES DE OEE	42
4.1. <i>Implementação do processo</i>	42
4.1.1. Projectar a forma de registar o OEE.....	43
4.1.2. Definição dos parâmetros	44
4.1.3. Considerações relativas aos métodos de cálculo utilizados	47
4.2. <i>Quadro de Indicadores de Desempenho</i>	48
4.3. <i>Identificação das Paragens</i>	49
4.4. <i>“Sem Produção”</i>	51
5. ERROS OBSERVADOS E SUGESTÕES DE CORRECÇÃO	52
5.1. <i>Erros internos e respectivas sugestões de correcção</i>	52
5.1.1. Falha humana	52
5.1.2. Falha técnica.....	56
5.1.3. Outras sugestões	58
5.2. <i>Erros no software e respectivas sugestões de correcção</i>	60
5.2.1. Outras sugestões	69
6. PROCEDIMENTOS NECESSÁRIOS DURANTE AS CORRECÇÕES EFECTUADAS PELOS TÉCNICOS DO SOFTWARE.....	72
7. VELOCIDADES DE ENCHIMENTO	74
7.1. <i>Recolha de velocidades</i>	75
7.2. <i>Comparação das velocidades de enchimento</i>	75
7.2.1. Embalagens de 15 L.....	76

7.2.2. Embalagens de 5 L	77
7.2.3. Embalagens de 4 L	78
7.2.4. Embalagens de 25 kg	79
7.2.5. Comparação.....	79
8. ANÁLISE DAS PARAGENS	81
9. RELATÓRIOS DE PESAGEM.....	85
9.1. <i>Recolha de dados</i>	85
10. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS ALTERAÇÕES.....	87
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
12. ANEXOS.....	95
12.1. <i>Anexo 1: Relatório pretendido cedido à Sysmaker</i>	95

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1: PRODUÇÃO DE TINTAS E VERNIZES NA EUROPA EM 2010 [5].	3
FIGURA 1.2: EVOLUÇÃO DAS EXPORTAÇÕES E IMPORTAÇÕES NO SECTOR DAS TINTAS DE 2002 A 2011.	4
FIGURA 1.3: PRINCIPAIS PAÍSES DE IMPORTAÇÕES EM 2011 [8]......	5
FIGURA 1.4: EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO NACIONAL DE 2008 A 2010.....	6
FIGURA 1.5: FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FABRICO [24].	15
FIGURA 1.6: RESÍDUOS NÃO PERIGOSOS.....	21
FIGURA 1.7: RESÍDUOS PERIGOSOS.....	21
FIGURA 2.1: ESQUEMA DAS PERDAS POSSÍVEIS NA PRODUÇÃO [51]......	28
FIGURA 2.2: TRIDIMENSIONALIDADE DO OEE [33].	29
FIGURA 2.3: FLUXOGRAMA DA RELAÇÃO DO OEE E DOS SEUS INDICADORES COM AS SEIS GRANDES PERDAS [36].	33
FIGURA 3.1: ESQUEMA DA DISPOSIÇÃO DAS MÁQUINAS DE ENCHIMENTO E DOS ROBÔS.....	39
FIGURA 7.1: VELOCIDADE DE ENCHIMENTO PARA PRODUTOS EM EMBALAGENS DE 15 L.	76
FIGURA 7.2: VELOCIDADE DE ENCHIMENTO PARA PRODUTOS EM EMBALAGENS DE 5 L.	77
FIGURA 7.3: VELOCIDADE DE ENCHIMENTO PARA PRODUTOS EM EMBALAGENS DE 4 L.	78
FIGURA 7.4: COMPARAÇÃO ENTRE AS VELOCIDADES OBTIDAS EM DUAS MÁQUINAS PARA OS MESMOS PRODUTOS.....	80

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1.1: AS DEZ MAIORES EMPRESAS DE TINTAS EM PORTUGAL [8].	7
TABELA 2.1: INFLUÊNCIA DAS SEIS GRANDES PERDAS NOS INDICADORES DE OEE.....	30
TABELA 3.1: COMPARAÇÃO ENTRE A UF1 E A UF2.....	37
TABELA 3.2: MÁQUINAS DE FABRICO DA UF1.	38
TABELA 3.3: FORMATO DE EMBALAGENS POSSÍVEIS PARA UM PRODUTO.	40
TABELA 4.1: VELOCIDADE MÁXIMA TEÓRICA DE ENCHIMENTO PARA AS DIFERENTES CAPACIDADES DE EMBALAGENS.	46
TABELA 4.2: VALORES DE OEE NO MÊS DE JUNHO E OUTUBRO DE 2012.	47
TABELA 6.1: DESCRIÇÃO DOS FORMATOS DAS EMBALAGENS ATRAVÉS DOS TRÊS ÚLTIMOS ALGARISMOS.	73
TABELA 7.1: VELOCIDADE MÁXIMA RETIRADA DO SOFTWARE PARA AS DIFERENTES EMBALAGENS.....	74
TABELA 7.2: MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DAS VELOCIDADES DE ENCHIMENTO DE PRODUTOS EM EMBALAGENS DE 15 L.....	77
TABELA 7.3: MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DA VELOCIDADE DE ENCHIMENTO PARA PRODUTOS EM EMBALAGENS DE 5 L.....	78
TABELA 7.4: MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DA VELOCIDADE DE ENCHIMENTO DE PRODUTOS EM EMBALAGENS DE 4 L.	79
TABELA 7.5: MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DA VELOCIDADE DE ENCHIMENTO DE PRODUTOS EM EMBALAGENS DE 25 KG.	79
TABELA 8.1: PEQUENAS PARAGENS MAIS COMUNS E O SEU TEMPO MÉDIO DE DURAÇÃO.	82
TABELA 8.2: PARAGENS NÃO PLANEADAS MAIS COMUNS E O SEU TEMPO MÉDIO DE DURAÇÃO.	83

ABREVIATURAS

APT	Associação Portuguesa de Tintas
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
emb	Embalagens
ID	Número de Identificação
INE	Instituto Nacional de Estatística
JIT	<i>Just in Time</i>
kg	Quilograma
L	Litro
LCC	Custo do ciclo de vida (<i>Life Cycle Cost</i>)
min	Minuto
NPC	<i>Name Plate Capacity</i>
OAE	Eficácia global do activo (<i>Overall Asset Effectiveness</i>)
OEE	Eficácia global dos equipamentos (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>)
OFE	Eficácia global da fábrica (<i>Overall Factory Effectiveness</i>)
OPE	Eficácia global da unidade fabril (<i>Overall Plant Effectiveness</i>)
OTE	Eficácia global de transferência (<i>Overall Throughput Effectiveness</i>)
PEE	Eficácia dos equipamentos de produção (<i>Production Equipment Effectiveness</i>)
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TEEP	Eficácia do desempenho total do equipamento (<i>Total Equipment Effectiveness Performance</i>)
ton	Tonelada
TPM	Manutenção Produtiva Total (<i>Total Productivity Maintenance</i>)
TPS	Sistema Toyota de Produção (<i>Toyota Production System</i>)
UF1	Unidade Fabril 1
UF2	Unidade Fabril 2
UV	Ultravioleta
ZE1	Zona de enchimento da Unidade Fabril 1
ZE2	Zona de enchimento da Unidade Fabril 2

I- ENQUADRAMENTO E OBJECTIVOS DO TRABALHO

Na análise geral de uma empresa recorre-se a indicadores, a maioria, indicadores económicos e financeiros.

No entanto, existem indicadores que nos fornecem informação da eficácia da produção. Isto é, a relação entre os resultados obtidos e a capacidade produtiva de uma máquina, processo ou instalação.

De modo a interligar os diferentes departamentos e para otimizar a produtividade, a empresa Tintas Robbialac S.A., em 2010, instalou um *software* que permite a recolha de dados para o cálculo dos indicadores de produtividade, OEE, Desempenho, Disponibilidade e Qualidade.

Contudo, verificou-se que os resultados obtidos não eram de todo fidedignos. Por vezes, obtiveram-se taxas de desempenho da ordem de milhares, e noutros momentos, pela análise dos indicadores havia a informação que não ocorria produção quando se verificavam máquinas a trabalhar.

A presente dissertação de mestrado, baseada num estágio de cinco meses realizado na empresa Tintas Robbialac S.A., teve como objectivo desenvolver um estudo que permitisse:

- Melhorar a fiabilidade dos registos do *software*;
- Automatizar a elaboração de relatórios (diários e mensais);
- Elaborar um manual de utilizador face às alterações introduzidas.

II- INTRODUÇÃO

1. TINTAS

De acordo com a Norma Portuguesa poder-se-ão, de uma forma simples, considerar as seguintes definições de tintas e vernizes:

“Tinta é uma composição pigmentada líquida, pastosa ou sólida que, quando aplicada em camada fina sobre uma superfície apropriada, no estado em que é fornecida ou após diluição ou dispersão em produtos voláteis, ou fusão é convertível, ao fim de certo tempo, numa película sólida, contínua, corada e opaca [1].”

“O verniz é uma composição não pigmentada líquida, pastosa ou sólida que, quando aplicado em camada fina sobre uma superfície apropriada, no estado em que é fornecida ou após diluição é convertível, ao fim de certo tempo, numa película sólida, contínua, transparente ou translúcida e mais ou menos dura [1].”

Desde da Idade da Pedra, que o Homem recorre à pintura. Inicialmente, para representar figuras utilizou-se o giz e o carvão, mais tarde uma mistura de terras com o objectivo de dar cor às representações. Como a durabilidade destas pinturas era bastante reduzida, começou a utilizar-se gordura de animais, resinas, cera de abelhas, entre outros [2].

No século XV e XVI com o Renascimento surgem os óleos vegetais no fabrico de tintas.

Nos finais do século XVIII e inícios do século XIX surge, na Europa, a primeira produção industrial de tintas.

O grande avanço tecnológico das tintas ocorreu apenas no século XX, com o desenvolvimento de novos polímeros (resinas), as primeiras tintas desenvolvidas utilizavam resinas de origem natural. Actualmente, as resinas utilizadas pela indústria de tinta são sintéticas e constituem compostos de alto peso molecular [2,3].

1.1. Perfil do sector

1.1.1. Mercado Europeu

O instituto alemão de estudos de mercado Ceresana Research espera que o mercado europeu das tintas e vernizes gere uma receita de 27,7 biliões de euros em 2018 [4].

Actualmente, a Alemanha é o maior mercado de vendas na Europa, com uma quota de cerca de 15%, seguida pela Itália e pela Rússia [4].

A procura por vernizes industriais, segunda maior aplicação, sendo a primeira a construção civil, está a aumentar na Rússia, Polónia e Turquia. Este aumento, também se tem verificado em alguns países da Europa Ocidental, como a Holanda que está acima da média de crescimento europeia [4].

Segundo o mesmo estudo de mercado, em 2010, a terceira maior aplicação de tintas e vernizes é para a madeira, sendo a Itália responsável por quase um quarto da procura europeia

destas tintas.

A indústria de tintas para revestimentos, repintura de carros e navios representa menos de 8% do mercado de tintas e vernizes, a sua quota em termos de valor totaliza quase 15%, para os próximos anos espera-se um aumento da receita [4].

Devido a diferentes factores, sendo o principal a crise económica, a construção civil tem diminuído e, por isso, a procura de tintas para este sector também reduziu. Segundo o mesmo estudo de mercado, a indústria da construção foi responsável por aproximadamente 59% do mercado europeu em 2002. No entanto, espera-se uma queda para 56% em 2018 [4].

O relatório realizado para a EU Ecolabel and Green Public Procurement, regulado pela comissão Europeia, indica uma produção superior a 7 milhões de toneladas de tintas, na Europa, em 2010 [5]. Na figura seguinte encontra-se a distribuição da produção em termos percentuais dos diferentes tipos de tinta:

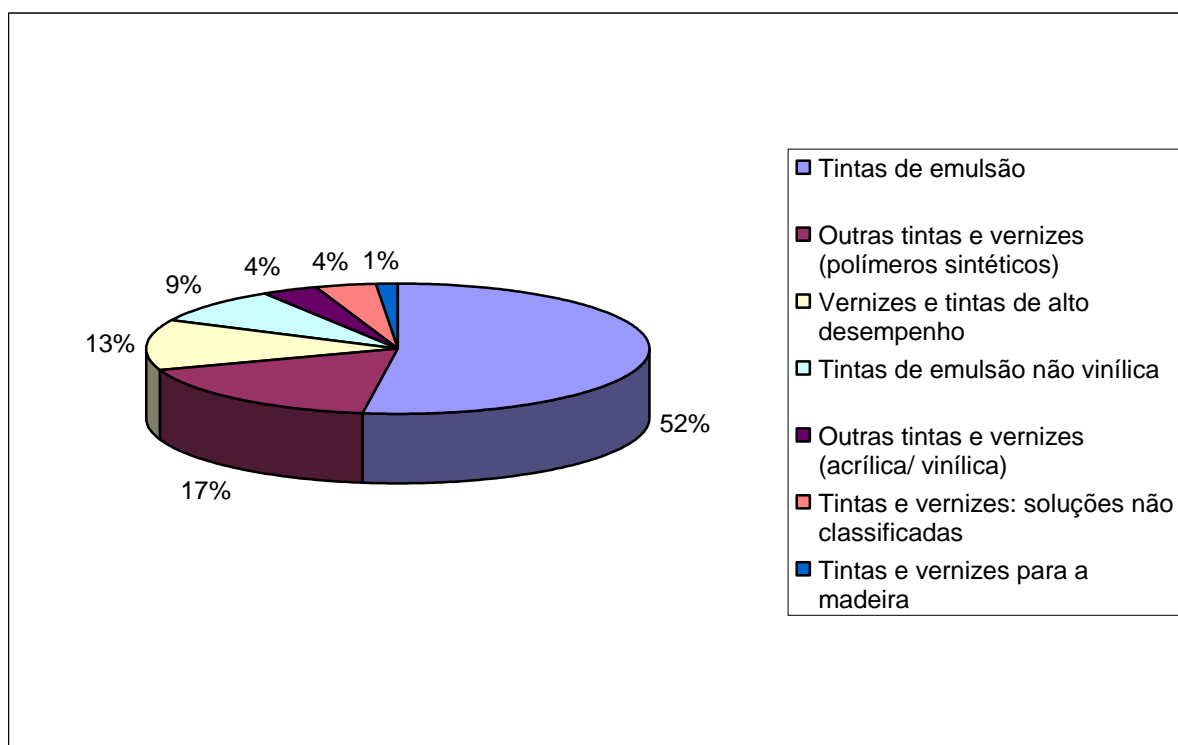


Figura 1.1: Produção de tintas e vernizes na Europa em 2010 [5].

1.1.2. Portugal

Em Portugal, o mercado de tintas está bastante consolidado. Em 2012, a construção civil representou 71% do mercado interno, o restante corresponde à indústria metalomecânica, indústria do mobiliário, reparação automóvel e outros [6].

Das matérias-primas as resinas, os pigmentos e os solventes são maioritariamente

importados, enquanto que as cargas, algumas resinas e as emulsões são em grande escala de origem nacional [7].

No sector das tintas, a produção mais significativa corresponde às tintas lisas, sendo a sua produção escoada principalmente para a construção civil, seguindo-se a produção de tintas em pó, tintas anticorrosão, tintas de impressão, vernizes e diluentes [7].

Segundo os dados do Instituto Nacional de Estatística (INE) de 2011, no sector das tintas, o valor das importações é superior ao das exportações, tendo sido mais de 500 milhões de euros importados e quase 176 milhões de euros exportados. Segundo, a Eurostate, Portugal produziu, em 2010, 159 757 toneladas, que correspondeu a 364 milhões de euros [5].

Na **Figura 1.2** observa-se a evolução das exportações e das importações de 2002 a 2011 [8].

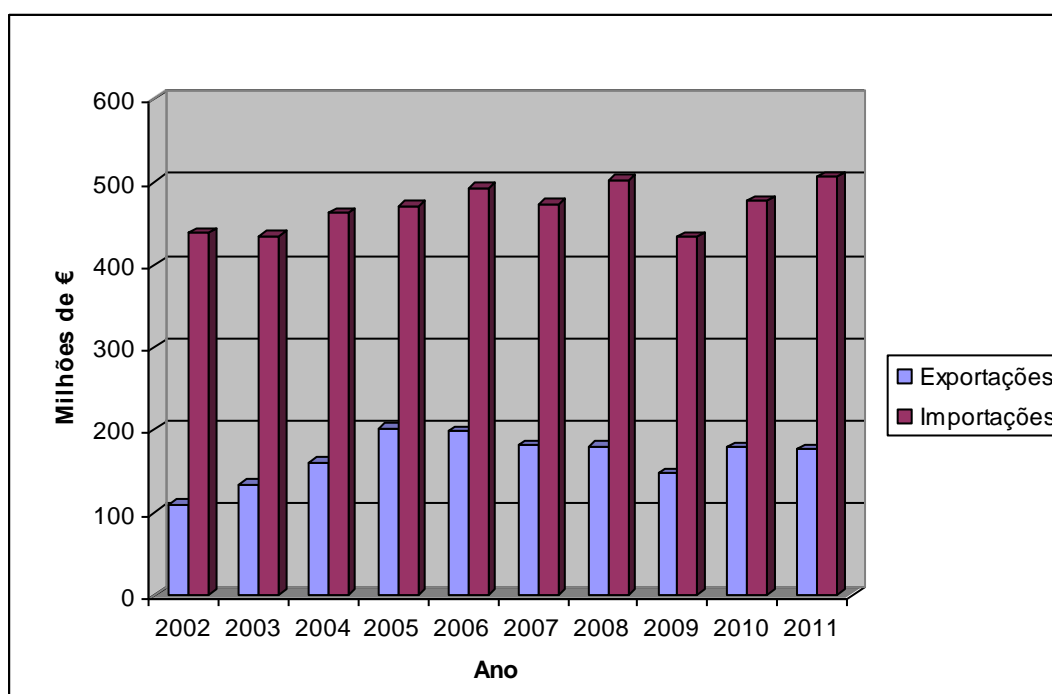


Figura 1.2: Evolução das exportações e importações no sector das tintas de 2002 a 2011.

Com algumas oscilações, de uma forma geral, verifica-se ao longo dos anos um aumento ligeiro, tanto das importações como das exportações. No entanto, no ano de 2005 o valor das exportações verificou-se como sendo o mais elevado no intervalo dos dez anos.

Em 2009, observa-se um decréscimo elevado das importações e das exportações devido ao início da crise económica.

Em 2011, o país para onde Portugal mais exportou foi Espanha, correspondendo a 50,5 milhões de euros, do total de 175,94 milhões de euros, enquanto se importou de Espanha, no mesmo ano, 225,4 milhões de euros.

Na figura seguinte estão presentes os principais países de importações, realizadas em 2011, e as percentagens correspondentes [6].

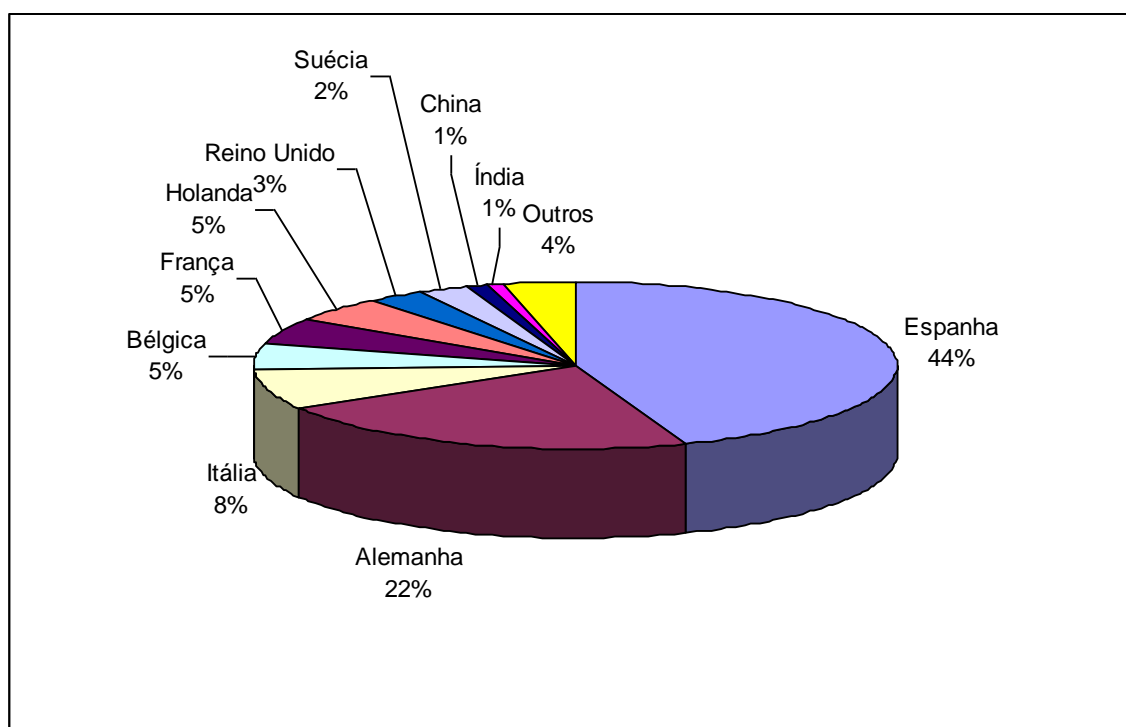


Figura 1.3: Principais países de importações em 2011 [8].

A Associação Portuguesa de Tintas (APT), que defende os interesses das empresas fabricantes e importadoras de tintas, assim como, das empresas fornecedoras de matérias-primas e equipamentos para o sector, representava, em 2012, cerca de 87% do volume de vendas do mercado.

Segundo os dados da APT, no primeiro trimestre de 2012, em comparação com igual período de 2011, registou-se uma queda de 12% do mercado nacional, enquanto que, no segundo trimestre de 2012, em comparação com igual período de 2011, registou-se uma queda ainda mais acentuada, diminuindo o mercado interno 20,6% e as exportações 18,4%, correspondendo, em volume, a quebras de 23,8% e 18,1%, respectivamente.

No ano de 2011, a Tintas Robbialac S.A. apresentou uma quebra total de 6%, sendo a quebra mais significativa no último trimestre de 14,4%. De Janeiro a Agosto de 2012, registou uma queda de 20%, semelhante à do mercado.

Na opinião do presidente da APT, a razão para o decréscimo do mercado deve-se à crise económica presente no país e às medidas de austeridade, levando a uma diminuição nos investimentos na construção civil. Outro dos motivos apontado é o atraso dos pagamentos feito pelo Estado às empresas, levando a grandes quebras e/ou falências nas pequenas e médias empresas [6].

Relativamente ao número de vendas, em 2010 vendeu-se 103,9 toneladas de tintas e vernizes à base de polímeros acrílicos ou vinílicos e 39,7 toneladas de tintas e vernizes à base de outros polímeros sintéticos [6].

A produção nacional de tintas feitas pelas 57 empresas que fabricam tintas, mástiques¹, vernizes e outros produtos similares (número de empresas registado em 2010), pode ser analisada na figura seguinte, para o período de 2008 a 2010 [8].

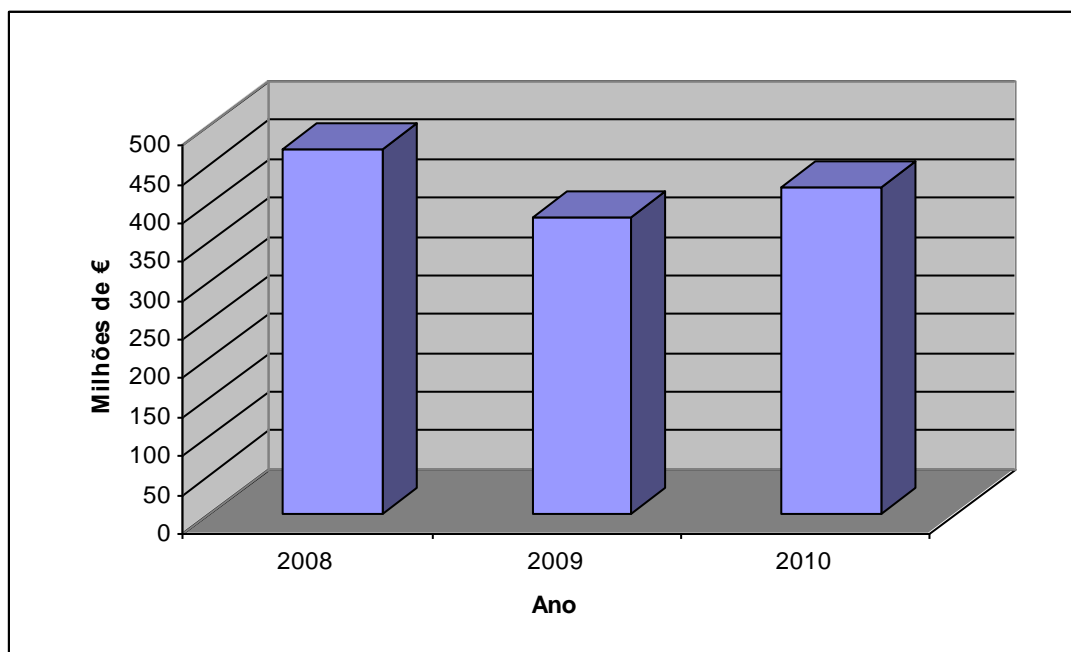


Figura 1.4: Evolução da produção nacional de 2008 a 2010.

Pela análise da figura anterior, verifica-se um decréscimo significativo de 2008 para 2009, provavelmente, devido ao início da crise económica. Em 2008 a produção nacional foi de 470 milhões de euros, em 2009 o valor era de 382 milhões de euros e em 2010 de 422 milhões de euros.

As três empresas de produção de tinta de impressão registaram um volume de vendas de quase 10 milhões de euros, em 2010 [6].

As dez maiores empresas de tintas em Portugal estão organizadas por ordem de relevância na **Tabela 1.1**, com base nos dados do INE. É de salientar que inclui empresas especializadas em corantes têxteis e produtos plásticos. A Dystar corresponde a uma empresa de corantes têxteis e a Titan e a Isolago a produtos plásticos [6].

¹ Mastique: composição adesiva contendo um alto teor em sólidos, plástica durante a aplicação, destinada a assegurar a estanquidade das juntas [1].

Tabela 1.1: As dez maiores empresas de tintas em Portugal [8].

Lugar	Nome da empresa
1	Cin
2	Hempel
3	Tintas Robbialac S.A.
4	Barbot
5	Dyrup
6	Sika
7	Titan
8	Tintas 2000
9	Neuce
10	Diera

1.2. Tintas Robbialac S.A.

A empresa Tintas Robbialac S.A. é uma empresa do sector de tintas e revestimentos a operar em Portugal há mais de 85 anos [9].

O nome da empresa surge como homenagem ao escultor e ceramista Luca Della Robbia, criador de um esmalte durável, no século XV, distinguindo-se na história por fornecer protecção ao barro cozido [9].

A empresa comemorou 85 anos, em 2013, apesar de ter iniciado a produção, em Portugal, apenas em 1931. O seu histórico de actividades em Portugal iniciou-se em 1928 quando o fabricante inglês de tintas Jenson & Nicholson importou, pela primeira vez, para Portugal, produtos com a marca Robbialac [9].

A Tintas Robbialac S.A. foi a primeira empresa do sector a implementar o Sistema de Garantia de Qualidade ISO 9001 [9].

Em 2004, a Tintas Robbialac S.A. tornou-se membro do Grupo Materis Paints, que originou uma reestruturação interna da empresa e melhorou a sua imagem no exterior. O Grupo Materis Paint é líder mundial na química especializada para a construção e é constituído por quatro divisões, adjuvantes, aluminatos, argamassas e tintas. Em 2009, o Grupo Materis Paints, gerou vendas no valor de 1,7 mil milhões de euros [9,10].

A empresa Tintas Robbialac S.A. tem ao seu dispor diversas marcas, Robbialac, TintasVip, Viero, LMP, Classidur, Cuprinol, Hammerite, Aguaplast e a Standox [9].

A marca Robbialac, com 85 anos de história em Portugal, tem um lugar bem definido no

mercado português, com uma elevada gama de produtos à disposição. Desta marca (que se situa na faixa Premium) destacam-se as tintas lisas, como as tintas Charme, REP, Stucomat e Robbiplast, as tintas para fachadas, como a tinta lisa Super REP, de membrana flexível Robbiflex, as tintas texturadas Tartaruga e Supertartaruga, as tintas com acabamentos decorativos especiais, Robbiflake, Robbidecor e Robbistyle, e os esmaltes, SMP (sintético) e Robbicril Plus e Acrilsmalte (aquosos) [9].

A marca TintasVip complementa a marca Robbialac com produtos para a construção civil, na faixa Medium do mercado [9].

A marca Viero é especialista em isolamento térmico, com o Sistema Cappotto, reabilitação e recuperação de fachadas, com o Sistema Armasan [9].

A Classidur, a mais recente marca de tintas da Tintas Robbialac S.A., é caracterizada pela tecnologia catiónica que elimina qualquer tipo de mancha previamente existente na superfície [9].

A marca Cuprinol é especialista no segmento de madeiras, com acabamentos coloridos, Transcolor, Imunizadores e Erradicadores [9].

A Hammerite foca-se no segmento de metais, na protecção contra a corrosão, com diferentes acabamentos disponíveis [9].

A marca Graco representa equipamentos, componentes e sistemas para a manipulação de fluidos [9].

A Standex representa a empresa no mercado de repintura automóvel [9].

A Tintas Robbialac S.A., representada pelas diversas marcas, apresenta uma elevada gama de produtos disponíveis no mercado, tintas decorativas, material para isolamento térmico, representado pela marca Viero, repintura automóvel, equipamentos e produtos especializados.

As tintas decorativas podem ser divididas em diferentes categorias, tendo por base o seu destino, tintas para paredes e tectos, fachadas e telhados, Viero (isolamento térmico), esmaltes, vernizes, pavimentos, produtos de preparação, produtos especialistas, produtos auxiliares, equipamentos representados pela marca Graco. Estas categorias podem, ainda, serem subdivididas em (entre parêntesis encontra-se o número de produtos disponíveis para cada subcategoria [9]):

- **Paredes e tectos:** lisas (25), decorativas com efeito (3), texturadas (6), massas decorativas e de regularização (1), anti fungos (3), tectos (3);
- **Fachadas e telhados:** lisas (7), texturadas (6), membranas (8), hidro-pliolites ²(2), mineral (1), telhados (1);
- **Viero:** área decorativa (15), desumidificação e restauro (3), protecção e renovação de betão (3);
- **Esmaltes:** uso geral (18), directo à ferrugem (1), directo aos metais não ferrosos (1), efeito de ferro forjado (1);
- **Vernizes:** Madeira para exterior (8), Madeira para interiores (6), prevenção e

tratamento da madeira (3), protecção e decoração da madeira (6), betão (1), metal e pedra (2);

- **Pavimentos:** Soalhos (9), cimento/betão (2), marcação de estradas (1), campos desportivos (1);
- **Produtos de preparação:** primários e selantes para fachadas (7), primários e selantes para paredes (9), primários e selantes para metais (2), primários e selantes para madeiras (1), primários e selantes multi-superfícies (3), limpeza e desinfecção (5), betumes e subcapas (5), velatura³ (1), tapaporos⁴ (2), tratamento da ferrugem (2), massas aguaplast (23);
- **Produtos especialistas:** impermeabilizante (5), anti manchas (2), altas temperaturas (2), linha sanitária (4), piscinas (2), *sprays* presto (11);
- **Produtos auxiliares:** catalisadores e endurecedores (4), diluentes (13), aditivos especiais (aditivo anti fungos e anti algas, aditivo antiderrapante) (2), vedantes para juntas (5), diversos (4).

Na repintura automóvel existem diferentes gamas disponíveis no mercado, gama autospeed, gama Standox, Standofleet v. Comerciais, gama Polysystem e gama Multimix.

- **Gama Autospeed:** primários aparelhos/wash primers (3), betumes⁵ (3), produtos para polimentos (5), endurecedores (5), diversos (3), vernizes (1);
- **Gama Standox:** primários aparelhos/wash primers (7), betumes (4), base bicamada (2), endurecedores (14), diluentes (7), desengordurantes/agentes de limpeza (3), acabamentos (5), vernizes (7), aditivos/produtos especiais (3);
- **Standofleet v. Comerciais:** primários aparelhos/wash primers (8), desengordurantes/agentes de limpeza (2), diluentes (5), endurecedores (4), aditivos/produtos especiais (2). Acabamentos (2), corantes (2);
- **Gama Polysystem:** endurecedores/aditivos (4), diluentes (3), corantes (1), agentes mateantes (2);
- **Gama Multimix:** agentes mateantes (2), diluentes (2), corantes (1), primários (3), endurecedores/aditivos (7).

Apresenta ainda uma linha de manutenção e protecção (marca LMP) constituída por primários (6), diluentes (4), esmaltes sintéticos e esmaltes para pavimentos (2), poliuretanos (brilhante e antiderrapante) (2), epóxis⁶ (2) e acabamento HB⁷ (1).

Dos inúmeros produtos produzidos pela empresa, o Stucomat, tinta lisa, corresponde ao

² Hidro-pliolites: tinta de acabamento acetinado baseada numa solução aquosa de resinas de Hydro -Pliolite, que fornece ao acabamento uma adesão superior à das tintas aquosas clássicas [10,11].

³ Velatura: realça os veios da madeira [12].

⁴ Tapaporos: recomendado para a preparação de todos os tipos de madeiras em interiores, com excelentes propriedades de enchimento de poros e regularização da absorção da superfície [13,14].

⁵ Betumes: para reparação de pequenos buracos causados pela ferrugem [15,16,17].

⁶ Epóxi: Protecção anticorrosiva com acabamento brilhante [18] ou de alta espessura [19].

⁷ Acabamento HB: Indicado para a protecção de ferro, aço e betão em ambientes marítimos ou agressivos [20].

produto mais vendido. O Stucomat destaca-se pela elevada facilidade em aplicar, pela boa cobertura, bom acabamento, lavável, grande resistência à marcação originada por retoques e ao rolo durante a aplicação [21].

O desenvolvimento tecnológico é importante para destacar as empresas e projectá-las para a liderança de vendas. A Tintas Robbialac S.A. distingue-se no desenvolvimento de um produto inovador na área da resistência à água, o Aqua Reppel. O tempo de secagem do produto é reduzido, cerca de uma hora, e caso chova não mancha a superfície [6].

A empresa envolve a sociedade e cria oportunidades para esta, através do desenvolvimento de diferentes concursos, como na área do *design*.

A Tintas Robbialac S.A. opera, actualmente, com uma fábrica, um armazém e uma vasta rede integrada de 58 lojas próprias e 100 revendedores exclusivos. Em 2009, registou um volume de negócios de 50 milhões de euros [9].

1.3. Classificação das tintas

As tintas podem ser classificadas de várias formas dependendo do critério considerado. O método mais comum de classificar as tintas é consoante o seu solvente, em tintas de base aquosa (ou tintas plásticas) e tintas de base de solvente (ou esmaltes) [7].

As principais propriedades das tintas de base aquosa são o facto de não serem combustíveis, nem tóxicas. Têm tempos de secagem longos e elevada tensão superficial, sendo por vezes contra-indicadas para a aplicação em superfícies de baixa tensão. A nível de características de produção destaca-se a possibilidade de se utilizarem equipamentos e automatismos que permitem produções em grandes quantidades. O maior consumidor deste tipo de tinta é a construção civil [7].

As tintas que usam como base solvente orgânico são combustíveis, explosivas e muitas vezes tóxicas. A variedade de solventes utilizados permite a formulação de diferentes produtos com diferentes aplicações [7].

As tintas, também, podem ser classificadas quanto à formação do revestimento, isto é, tendo em conta o mecanismo da formação do filme protector e a secagem ou cura das tintas (tintas de secagem oxidativa, lacas) [3].

Podem ser classificadas com base no tipo de resina ou veículo fixo (tintas acrílicas, tintas alquídicas, entre outros) [3].

Quanto ao fim a que se destinam (primário, tinta interior, exterior, resistente ao fogo, entre outros) [3,22].

Também podem ser classificadas consoante a área industrial em que estão envolvidas (pintura automóvel, pintura metálica, entre outros) [22].

Não se procedeu a uma análise exaustiva das diferentes classificações possíveis, visto que o tema está fora do âmbito da dissertação.

1.4. Matérias-primas

As matérias-primas para a produção de quase todos os tipos de tintas são os veículos voláteis (os solventes, orgânicos e inorgânicos) e não voláteis (resinas), as cargas, os pigmentos e os aditivos.

A maior parte das características das tintas, como a facilidade na aplicação, a rápida secagem, a boa aderência, resistência e durabilidade depois de seca, são dadas pelos aditivos [3].

1.4.1. Resinas

As resinas ou veículo fixo são o constituinte ligante das partículas de pigmento. Têm um papel predominante na formação da película da tinta, isto é, promovem a conversão do estado líquido para o estado sólido. Fornecem a maioria das características físicas e químicas à tinta, brilho, resistência química e mecânica, durabilidade, secagem e aderência.

As resinas “puras” são utilizadas para o fabrico de tintas de base de solvente e as emulsões são utilizadas em substituição para a produção de tintas de base aquosa.

Entende-se por resina a substância orgânica sólida, semi-sólida ou líquida, amorfa, de natureza polimérica, termoplástica ou termoendurecível, má condutora de electricidade, em geral insolúvel em água, mas solúvel em certos solventes orgânicos [3].

As resinas podem ser classificadas consoante a sua origem em resinas naturais, artificiais e sintéticas.

As resinas naturais são polímeros termoplásticos de origem vegetal ou animal, são solúveis em solventes orgânicos e óleos, mas não são solúveis em água. Com aquecimento fundem-se e decompõem-se. A composição varia conforme a sua origem, necessitando geralmente de tratamento antes da utilização na formulação de tintas [3].

As resinas artificiais resultam de uma modificação química, de óleos gordos, de resinas naturais, da mistura de ambos, ou ainda de resinas sintéticas.

As resinas sintéticas resultam de reacções químicas controladas a partir de substâncias perfeitamente definidas que não possuem carácter de resinas, os monómeros que vão constituir as unidades repetitivas de cadeias de polímeros lineares de elevada massa molecular. As resinas sintéticas utilizadas na indústria são as vinílicas, amínicas, expoxídicas, alquídicas, entre outras. O consumo de resinas sintéticas tem aumentado significativamente, uma vez que permitem melhorar, progressivamente as tintas sob vários aspectos como a durabilidade, a tenacidade e a resistência química [3].

Como já referido, as emulsões são utilizadas no fabrico de tintas de base aquosa.

As emulsões resultam da dissolução ou emulsão das resinas sintéticas em água. Nas tintas de base de solvente esta dissolução era feita através de solventes.

1.4.2. Pigmentos

A cor está presente no nosso cotidiano e desempenha um papel importante na criação de ambientes. O potencial do uso da cor, aliado à qualidade, inovação e técnicas de aplicação, fazem da pintura um elemento chave para a decoração. A cor numa tinta é definida pelos pigmentos.

Os pigmentos são partículas sólidas, insolúveis no meio em que são utilizados, finamente divididos. Estão presentes nas tintas com diferentes teores, podendo variar entre 5% e 80% [3].

Têm como finalidades principais, além de definir a cor, oferecer protecção anticorrosiva, opacidade, poder de cobertura, impermeabilidade e melhorar as características físicas da película. Devem ter estabilidade à luz, ao calor e aos agentes de corrosão. Os pigmentos, também são responsáveis, numa escala menor, pelas propriedades mecânicas, de brilho e de resistência aos produtos químicos [1,3].

O dióxido de titânio (TiO_2) é o pigmento branco mais utilizado pela indústria na fabricação de tintas de cor branca e de tons claros, em geral. Possui elevado poder de cobertura ou opacidade, quando comparado a outros pigmentos brancos. Possui, também, excelente resistência química [3].

1.4.3. Cargas

As cargas são substâncias inorgânicas, que podem ter diferentes características de brancura e de granulometria. Estas características variam consoante a especificidade da tinta.

As cargas além de tornarem a tinta mais económica contribuem para a melhoria de certas propriedades, como a qualidade e a durabilidade, aumentam a impermeabilidade e a elasticidade, conferem determinadas propriedades isolantes (acústica e térmica) e possibilitam a conservação da tinta. Contudo, tem um fraco poder corante e não oferecem à tinta opacidade.

As cargas podem ser classificadas, conforme a sua origem, em cargas naturais (por exemplo barita, carbonato de cálcio, calcite) e cargas artificiais (por exemplo sílicas artificiais, carbonato de cálcio precipitado) [3,23].

1.4.4. Veículo Volátil

O veículo volátil, solventes e diluentes, correspondem ao constituinte da tinta que evapora durante o processo de secagem, portanto não fazem parte da película seca. São compostos orgânicos ou inorgânicos (água), responsáveis por reduzir a viscosidade, facilitar a aplicação, conferir homogeneidade à película, melhorar a adesão à base e actuar sobre a secagem. Devem ser quimicamente estáveis e com propriedades físicas constantes. As propriedades mais importantes de um solvente são a “solvência”, isto é, a capacidade de dissolver o veículo fixo, e a volatilidade [3,7].

Os solventes orgânicos são geralmente divididos em dois grupos, os hidrocarbonetos e os oxigenados. Por sua vez, os hidrocarbonetos podem ser subdivididos em dois tipos: alifáticos (nafta) e aromáticos (tolueno e xileno), enquanto que os oxigenados englobam os álcoois (etanol e butanol), acetatos, cetonas, ésteres, glicóis e solventes filmógenos [3].

As tintas de base aquosa utilizam como fase volátil a água, solvente inorgânico, adicionada com uma pequena quantidade de líquidos orgânicos compatíveis.

Para a determinação do solvente a utilizar deve-se ter em conta a solubilidade das resinas utilizadas, a viscosidade desejada e a forma como a tinta vai ser aplicada.

Como os solventes são de custo elevado, são maioritariamente adicionados com diluentes. Os diluentes são líquidos leves e voláteis à temperatura ambiente [3,23].

1.4.5. Aditivos

Os aditivos são compostos utilizados, em pequenas concentrações, nas formulações das tintas com o objectivo de conferir, à tinta ou à película, determinadas características que sem eles seriam inexistentes. Os aditivos mais utilizados são [3,7,23]:

- **Fotoiniciadores:** permitem a formação de radicais livres quando submetidos à acção da radiação UV iniciando a cura das tintas por UV.
- **Secantes:** têm como objectivo reduzir o tempo de secagem das tintas à temperatura ambiente. Quantidades excessivas deste aditivo tornam as películas duras e quebradiças.
- **Agentes reológicos ou nivelantes:** modificam a reologia das tintas (aquosas e sintéticas), isto é, a maneira como a tinta escoia. Fornecem a viscosidade apropriada para que a tinta possa ser aplicada correctamente. Influenciam a espessura do filme e a sua fluidez quando aplicado, permitem nivelamento ou espalhamento, principalmente na aplicação por meio de trincha.
- **Espessantes:** provocam um aumento da consistência.
- **Inibidores de corrosão:** conferem propriedades anticorrosivas ao revestimento.
- **Dispersantes:** melhoram a dispersão dos pigmentos na tinta, maximizando o brilho e a cobertura.
- **Umectante ou molhantes:** nos sistemas aquosos aumentam a molhabilidade de cargas e pigmentos, facilitando a sua dispersão, isto é, diminuem a tensão superficial entre a fase sólida e a fase líquida.
- **Coalescentes:** facilitam a formação de um filme contínuo na secagem de tintas de base aquosa.
- **Antisedimentares:** reduzem a tendência de sedimentação dos pigmentos e assim evitam a formação de sedimentos no fundo do recipiente que contém a tinta.

- **Antinata ou antipele:** quando a película da tinta é formada por oxidação, forma-se, geralmente, uma pele ao reabrir a embalagem de tinta. Estes aditivos possuem características antioxidantes.
- **Plastificantes:** têm o objectivo de conferir elasticidade e manter a flexibilidade da película.
- **Antiespumantes:** evitam a formação de espuma, tanto na fabricação como na aplicação das tintas, sendo os mais utilizados à base de silicões.
- **Biocidas:** podem ser bactericidas ou fungicidas.
 - **Fungicidas:** previnem a degradação da tinta dentro da embalagem ou da película aplicada devido à acção de fungos e algas.
 - **Bactericida:** evita que bactérias cresçam sobre a pintura.
- **Emulsionante:** favorece a formação de uma emulsão e assegura a sua estabilidade.

1.5. Processo de Fabrico

A indústria de tintas para revestimentos utiliza um grande número de matérias-primas e produz uma elevada gama de produtos. Estes variam consoante a superfície a serem aplicados, a forma de aplicação e a especificidade da sua função.

O processo de fabrico de tintas é simples, tratando-se apenas de operações unitárias físicas, tal como a pesagem, a mistura, a dispersão (moagem), o acabamento e a filtração. As conversões químicas ocorrem apenas na fabricação dos constituintes e na secagem da película após a aplicação [3,24].

O processo de fabrico das tintas de base solvente e de base aquosa é idêntico, apenas difere no facto de nas tintas de base aquosa, a mistura e a dispersão podem ser feitas em simultâneo, enquanto que, nas tintas de base solvente corresponde a duas operações independentes. É de salientar que na Tintas Robbialac S.A. apenas são produzidas tintas de base aquosa [25].

Para a execução destas operações, uma unidade de produção de tintas é, em geral, constituída por tanques de armazenagem de matérias-primas, tanques de mistura, moinhos para dispersão (para tinta de base solvente), dispersores de alta velocidade (para tintas de base aquosa), tanques de acabamento e de ajustes finais, e uma ou várias unidades de enchimento [3,24,25,26,27,28].

Na **Figura 1.5** é apresentado um fluxograma deste tipo de produção, sendo seguidamente feita a descrição das etapas e operações envolvidas.

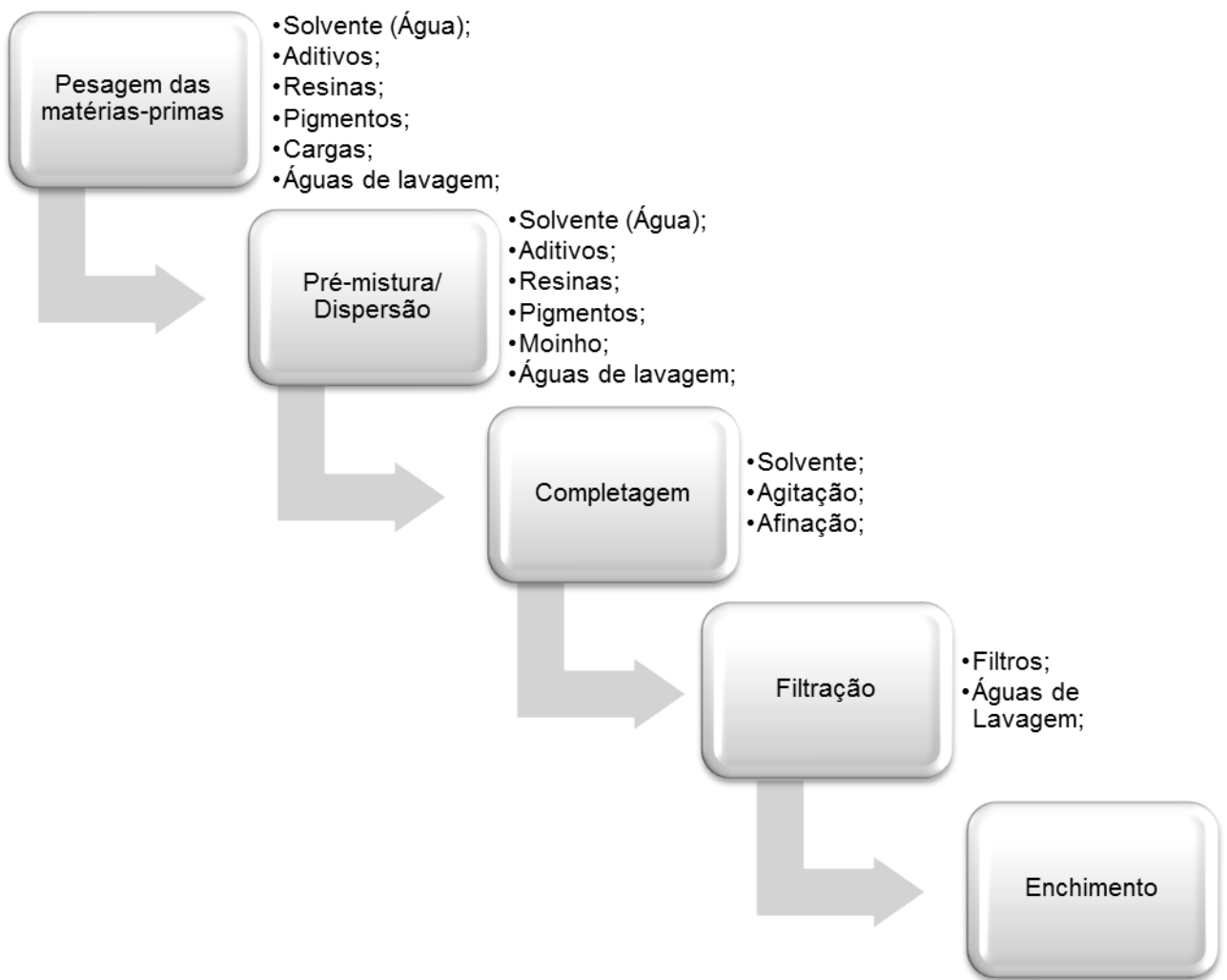


Figura 1.5: Fluxograma do processo de fabrico [24].

1.5.1. Pesagem das matérias-primas

A pesagem das matérias-primas é feita de acordo com a formulação. Pode-se tratar de uma operação manual ou automática [24].

A determinação da quantidade de matérias-primas pode ser feita, além da pesagem, por medição volumétrica [28].

1.5.2. Pré-mistura/Dispersão

Esta etapa corresponde à mistura das resinas, diluentes, aditivos, e posteriormente, pigmentos, na ordem indicada na formulação, num tanque (aberto ou fechado) provido de agitação adequada.

A agitação ocorre durante um período de tempo pré-determinado com o intuito de se obter uma pasta homogeneizada.

Como referido no **ponto 1.4.2.** os pigmentos são partículas muito finas, com tendência a formar aglomerados e agregados. A dispersão é um processo físico com o objectivo de desagregar estes aglomerados em partículas primárias numa suspensão estável. Numa fase inicial, procede-se à molhagem, por meio de agitação, com o objectivo de substituir o ar e a humidade que ocupam os espaços intersticiais da solução de resina. Caso a granulometria obtida não satisfaça os requisitos necessários procede-se à “moagem”. Ao conjunto de matérias-primas desta fase dá-se o nome de Carga de Moagem.

Na etapa de “moagem” ocorre o desagregamento dos pigmentos e das cargas em partículas primárias, através de energia mecânica, pode-se adicionar aditivos para acelerar o processo. É nesta operação onde se verifica maior perda de energia consumida, através da produção de calor e ruído. Esta operação pode ser realizada tanto em moinhos horizontais como verticais. Normalmente, são utilizados moinhos de bolas, moinhos de rolos, moinhos contínuos, moinhos de areia ou agitadores a alta velocidade, consoante o tipo de tintas a fabricar. Os enchimentos podem ser naturais variando entre areia e seixos, ou sintéticos, como esferas de aço, vidro, cerâmica ou óxido de alumínio. Os enchimentos sintéticos apresentam várias vantagens como menor fractura por parte do meio, fácil limpeza e melhor moagem [3,28].

A última etapa corresponde à estabilização da suspensão, através de aditivos. O objectivo principal é, evitar o reaglomeramento (floculação) das partículas no final da produção. Evitando assim alterações no produto final, como perda de brilho ou alteração da reologia [28].

A estabilização pode ser electrostática ou por esterificação. A estabilização electrostática pode ser explicada pela teoria da dupla camada. Como as partículas de pigmento no meio aglutinante contêm cargas eléctrica na sua superfície, através do uso de aditivos específicos é possível aumentar essa carga e ainda tornar igualmente carregadas todas as partículas. Um pigmento está estabilizado por esterificação quando a sua superfície se encontra rodeada por cadeias poliméricas que tornam o contacto com outra partícula impossível. A forte interacção que existe entre os polímeros e o solvente evita que os polímeros se aproximem demasiado evitando a floculação [28].

Os dispersantes são aditivos adicionados no fabrico da tinta de modo a facilitar a dispersão dos pigmentos no veículo e a estabilização das partículas do pigmento durante a armazenagem da tinta e na sua aplicação.

A fase de molhagem é influenciada principalmente pela tensão superficial entre meio aglutinante e as partículas de pigmento. Os aditivos de molhagem ou umectantes têm como principal função reduzir essa tensão superficial e consequentemente acelerar o processo de molhagem.

A dispersão maximizada e estabilizada permite a optimização do poder de cobertura e da tonalidade da tinta durante um período de tempo correspondente à validade da mesma. O aumento do tempo de dispersão permite uma diminuição dos tamanhos das partículas, levando a

um aumento da área superficial e, conseqüentemente, permite um processo de secagem mais rápido.

Este processo é o mais dispendioso no fabrico de tintas e vernizes uma vez que recorre a um elevado consumo de energia [3,24].

1.5.3. Acabamento

A fase seguinte à dispersão é o acabamento. Num tanque com agitação é misturado, de acordo com a fórmula, o produto resultante da dispersão e os restantes componentes da tinta, principalmente o solvente e a emulsão (nas tintas de base aquosa) ou a resina restante (nas tintas de base solvente). A este conjunto de matérias-primas dá-se o nome de Balanço.

É nesta fase que são feitos os acertos finais para que a tinta apresente os parâmetros e propriedades desejadas. Proceda-se à afinação de diferentes características da tinta, como a cor, a viscosidade, o teor de sólidos, etc.

1.5.4. Filtração

Após o acabamento e aprovação do lote, procede-se à filtração, pois na composição da tinta podem existir partículas gelatinosas (peles) e/ou partículas indesejadas. Os filtros mais utilizados são de *nylon* ou metálicos, que podem ser laváveis e reutilizáveis. Esta etapa é, a maioria das vezes, realizada enquanto a tinta é encaminhada para as máquinas de enchimento. O enchimento ocorre para embalagens apropriadas e devidamente etiquetadas.

Após o enchimento as embalagens são armazenadas em condições controladas até à sua expedição.

É de salientar que para a aprovação do lote, os produtos são submetidos a rigorosas análises para observação das suas características de viscosidade, brilho, cobertura, cor e secagem, no Laboratório de Controlo da Qualidade. Esta etapa é essencial para a garantia da qualidade do produto final, podendo ser levada a cabo no final do processo e/ou durante a produção.

Caso não se verifique a aprovação do lote, este pode ser recuperado noutra fabrico em que, as formulações o permitam.

Um procedimento fundamental para o sucesso da produção, mas que não corresponde a uma etapa do fabrico é a limpeza. É fundamental a limpeza dos equipamentos utilizados na produção, para evitar contaminações.

1.6. Protecção Biológica das tintas

A pintura tem diversas finalidades além da estética. Permite o auxílio na segurança industrial, sinalização, identificação de zonas potencialmente perigosas, distinção de fluidos em tubulações e reservatórios, impermeabilização, uma maior ou menor absorção de calor através do uso correcto de cores, uma diminuição ou aumento da rugosidade superficial. Mas o principal motivo para a sua utilização é a protecção. Através da pintura, é possível proteger as superfícies, aumentando a sua durabilidade e contribuindo para a redução dos custos de manutenção e reparação.

No entanto, alguns ambientes são propícios ao desenvolvimento de fungos, tais como ambientes húmidos, paredes muito porosas, zonas com pouca iluminação, a ocorrência de fenómenos de condensação que se verificam, em particular, nos meses mais frios e chuvosos, associados a uma deficiente ventilação. Contudo, zonas bem iluminadas, também, podem ser propícias ao aparecimento de fungos se padecerem de uma fraca ventilação e de um ambiente húmido. Além de inestéticos, estes microrganismos podem provocar ou agravar problemas respiratórios de saúde [26].

Nas paredes exteriores, além de fungos, podem aparecer também algas, musgos e líquenes, cujo aparecimento está associado à presença de humidade ou à proximidade de vegetação.

Assim, o papel dos fungicidas na tinta é fundamental, de modo a evitar o aparecimento e desenvolvimento de bolores ou algas e permitir uma maior durabilidade à pintura.

Após a aplicação de uma tinta com fungicida, caso se verifique o aparecimento de fungos significa que a tinta apresentou quantidade insuficiente de aditivo na sua composição ou que este não conseguiu desempenhar o seu papel, indicando resistência aos fungicidas utilizados. No entanto, o seu aparecimento também se pode dever a uma preparação ineficiente da superfície [3].

1.7. As tintas e o meio Ambiente

Todas as actividades industriais têm impacto no ambiente, a produção de tintas não é excepção. Um problema para definir o impacto ambiental da tinta é o facto de não existir uma formulação padrão para a produção, pois existem mais de 10 000 resinas, 9 000 aditivos e 4 500 pigmentos [5].

O sector das tintas é fortemente regulamentado, tendo a legislação nacional acompanhado a publicação das Directivas Comunitárias. Perante as dificuldades técnicas e financeiras da aplicação da legislação na indústria, esta tem tido grandes progressos nas suas actividades de protecção do meio ambiente. A formulação das tintas, o seu manuseio e transporte, as instruções para os pintores, aplicadores e utilizadores finais visam sempre a melhoria do meio ambiente e o cuidado com a segurança e a saúde de todos os envolvidos.

Além da contribuição para a protecção do meio ambiente, a prática de procedimentos que respeitam o meio ambiente possibilita, também, uma economia ao nível de matérias-primas, energia e água e uma diminuição de efluentes e resíduos sólidos.

Durante as várias etapas do processo de fabrico originam-se diferentes tipos de resíduos. Por exemplo, há a libertação de solventes orgânicos para a atmosfera, geração de efluentes líquidos de base aquosa e de base solvente, matérias-primas e produtos fora da validade, lamas originadas pelo funcionamento de ETARs, embalagens contaminadas, entre outros [7,26,29,30].

A variedade e quantidade de matérias-primas e produtos auxiliares utilizados na produção de tintas é extremamente elevado. As matérias-primas utilizadas podem possuir propriedades tóxicas, irritantes e corrosivas. Durante a sua armazenagem podem originar-se desperdícios de materiais e recipientes com embalagens contaminadas, podem ocorrer derrames e fugas, que podem originar contaminações do solo. Como prevenção, o pavimento deve ser impermeabilizado nas áreas mais vulneráveis. Os grandes depósitos de solventes devem ser munidos de bacias de retenção, devem existir recipientes de recolha e dispositivos de protecção. Os recipientes das matérias-primas, embalagens de plástico e cartão, devem ser recolhidos separadamente e encaminhados para reciclagem, sempre que possível [7,26,29,30].

Durante o processo de produção podem formar-se produtos não conformes e lamas contendo tintas. Todos os resíduos sólidos que não possam ser recuperados devem ser enviados para uma empresa de recuperação ou de incineração. Na produção, também, existe a emissão gasosa, através das poeiras resultantes da adição de algumas das matérias-primas ao misturador. Outro factor que contribui para esta situação são os vapores resultantes da produção de tintas com uma grande proporção de solventes na sua composição, especialmente quando fabricadas em equipamento aberto. De modo a evitar ou a reduzir estas emissões, devem-se utilizar sistemas de despoeiramento e aspiração adequados munidos de filtros e operar com equipamentos fechados [7,26,29,30].

No enchimento há a formação de resíduos sólidos devido à filtração e à possível existência de embalagens defeituosas. Deve-se otimizar as operações de dispersão, de modo a evitar obter pigmento mal disperso e diminuir a quantidade filtrada na etapa final. Como já referido, todos os resíduos sólidos que não possam ser evitados, devem ter um destino adequado de modo a minimizar o impacto. Podem ocorrer, também, emissões gasosas resultantes do enchimento das tintas, especialmente as de baixa viscosidade e alto teor de solventes na sua composição [7,26,29,30].

Durante a limpeza há a formação de lamas e resíduos sólidos de tintas. Estes efluentes, devido a algumas matérias-primas utilizadas, contêm compostos como aminas e glicóis. O planeamento da produção deve ser feito de modo a reduzir as operações de limpeza entre fabrico de lotes. Os produtos de limpeza dos equipamentos, depois de usados são considerados resíduos perigosos e não é permitida a sua introdução nos sistemas de escoamento e tratamento de efluentes de base aquosa [7,26,29,30].

A água é o recurso natural mais utilizado no sector. Representa uma elevada percentagem da constituição da tinta. Mas, também, é largamente utilizada em limpeza e lavagem de máquinas, equipamentos e instalações industriais, além do uso na área de utilidades e manutenção. Deve ser incentivada a reutilização de águas residuais na produção ou lavagem de equipamentos [7,26,29,30].

Verifica-se um elevado consumo de energia durante a produção e o enchimento. Deve-se incentivar a desligar as máquinas, assim que deixam de ser necessárias [7,26,29,30].

A nível de poluição sonora algumas máquinas são ruidosas. Estas devem ser instaladas em áreas segregadas e/ou insonorizadas [7,26,29,30].

Um outro aspecto importante a ressaltar é que as restrições impostas pelas leis ambientais têm levado os fabricantes a desenvolver novas formulações de tintas com teores mais baixos de compostos orgânicos voláteis (COV)⁸. Como consequência, os produtos com as novas formulações possuem teor de sólidos mais alto. Ainda neste campo, pode-se mencionar as tintas em pó que, além de serem isentas de solventes, apresentam excelentes características de protecção anticorrosiva, e as tintas anticorrosivas solúveis em água com baixo índice de toxicidade [7,26,29,30].

Para uma gestão conveniente dos resíduos deve-se obdecer à regra dos quatro R's: Reduzir a produção de resíduos, Reutilizar sempre que possível, Reciclar ou promover outro tipo de valorização dos resíduos, Recuperar ou consertar sempre que possível. Só no final destas quatro acções é que se procede à eliminação através da deposição num local adequado [7,26,29,30].

A redução da quantidade de dióxido de titânio utilizado na produção pode originar uma diminuição significativa do impacto ambiental da tinta [5].

Considera-se, também, que uma tinta tem boas características de desempenho, quando é necessário utilizar em pequenas quantidades e não necessita de repinturas frequentemente. Consequentemente, ao utilizar uma menor quantidade de tinta, resulta num menor impacto ambiental relacionado com a produção de tinta, com a libertação de poluentes para o ar durante a aplicação e com o tratamento de resíduos [5].

Na Tintas Robbialac S.A., durante o ano de 2012, foram separados e enviados para destinatário autorizado cerca de 400 toneladas de resíduos, desta quantidade, cerca de 19,5 correspondiam a resíduos perigosos.

Na figura seguinte encontra-se a distribuição da quantidade de resíduos não perigosos em toneladas por tipo de resíduo. Na **Figura 1.7** encontra-se a distribuição dos resíduos perigosos na Tintas Robbialac S.A. em 2012. Os resíduos referentes à ETARI referem-se ao tratamento de águas industriais, resultantes dos processos de fabrico ou de lavagem. Além dos efluentes industriais são ainda tratados os efluentes equiparados a domésticos resultantes da utilização das instalações balneárias e do refeitório (ETAR).

⁸ Os COV são hidrocarbonetos, que podem conter na sua composição átomos de O, N, Cl, F, P, S, etc. e mesmo metais ou metalóides, que reagem com os raios UV ou com outros compostos químicos da atmosfera, originando ozono troposférico, nevoeiro fotoquímico e chuvas ácidas.

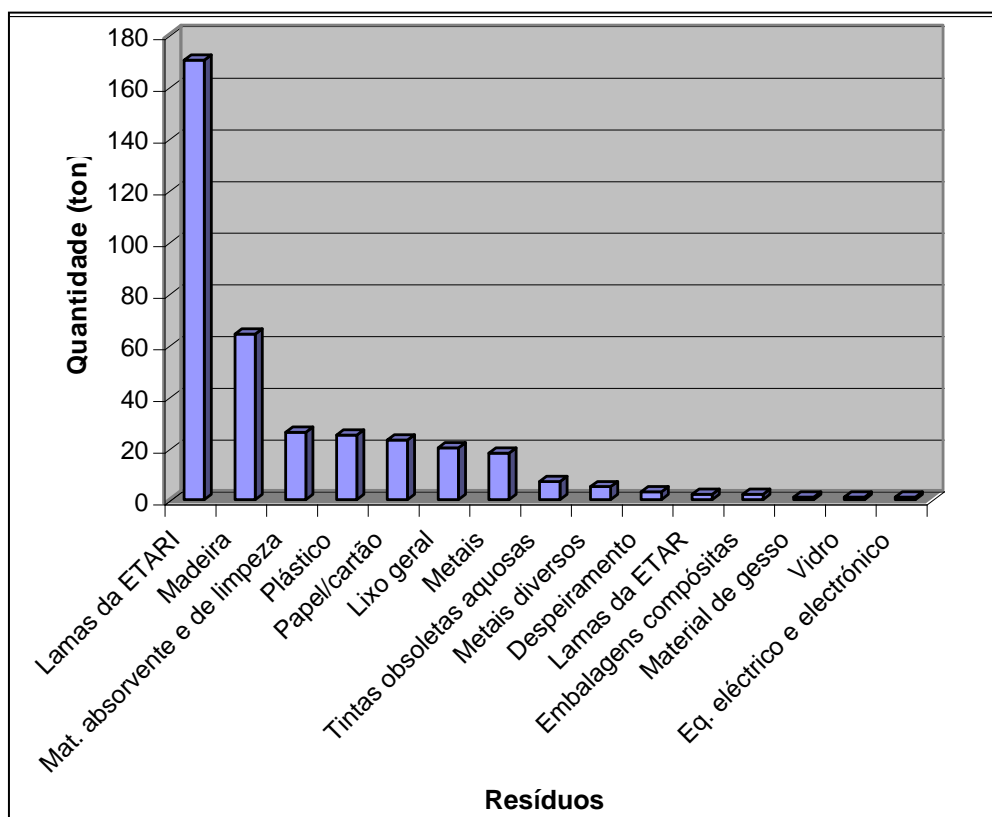


Figura 1.6: Resíduos não perigosos.

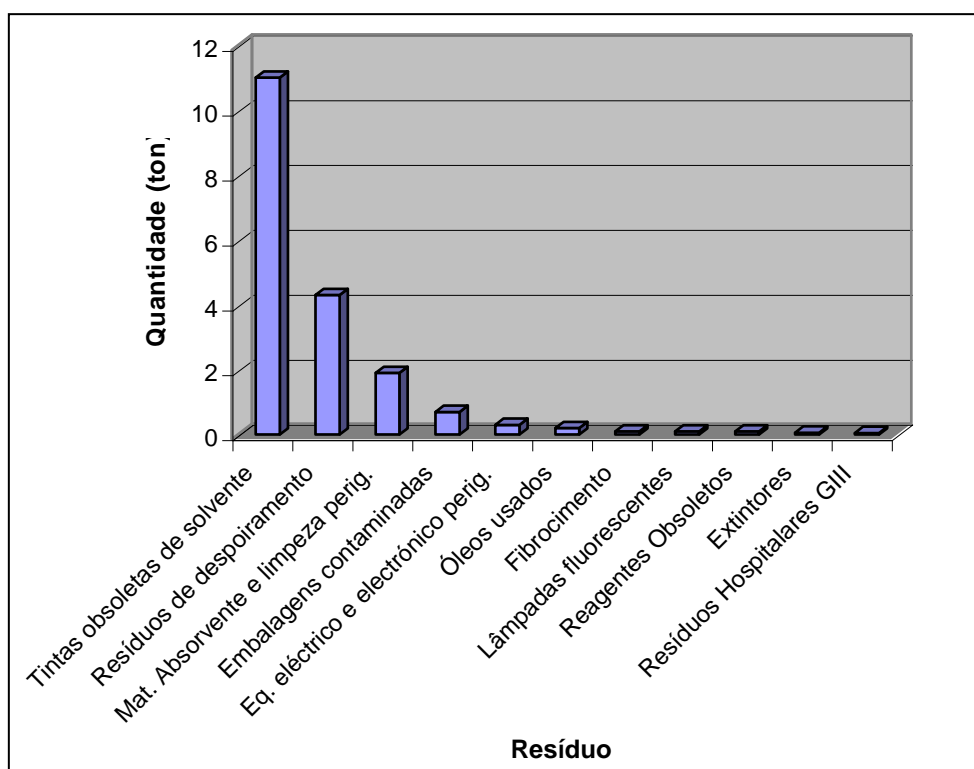


Figura 1.7: Resíduos perigosos.

A gestão de resíduos da Tintas Robbialac S.A., tem como objectivo a redução, reutilização e reciclagem de materiais. Para as acções terem um efeito visível, a separação dos resíduos é realizada em todos os departamentos. Nas unidades fabris e nos diversos departamentos estão espalhados ecopontos e outros recipientes devidamente identificados para a recolha de resíduos. Sempre que surge um resíduo novo de uma nova actividade ou de uma intervenção pontual, o resíduo é analisado, classificado e encaminhado para o destinatário autorizado.

A consciencialização para a redução do consumo de papel é uma preocupação presente no dia-a-dia na Tintas Robbialac S.A., para isso é incentivado a redução do seu consumo e a sua reutilização.

A água é essencial durante o processo de fabrico, para diminuir o seu consumo foram empreendidas acções de informação/sensibilização e procede-se ao controlo dos gastos.

A Tintas Robbialac S.A. foi a primeira empresa em Portugal a ter uma ETAR e a tratar dos seus próprios efluentes, minimizando, assim, o impacto da deposição em meio aquático. As águas domésticas têm um tratamento de arejamento, oxigenação, enquanto que as águas de origem industrial têm tratamentos diferentes, utiliza silicato de alumínio para ocorrer a floculação e um filtro de membranas. As lamas resultantes são enviadas para um destinatário devidamente autorizado.

Para evitar contaminações com o desenvolvimento de fungos e bactérias os tanques são lavados com uma solução biocida de DB20 a 0,15%.

2. INDICADORES DE PRODUTIVIDADE

2.1. Contexto

Devido à grande competitividade no mercado e à economia globalizada, as empresas de fabrico têm de maximizar a sua produção. Produzir cada vez mais, com menos recursos e mais rapidamente [31,32].

Para as empresas serem competitivas necessitam de reduzir as suas perdas e melhorar a sua eficácia. Para tal, é necessário conhecer as perdas e a influência destas no processo.

Usualmente, durante a gestão de uma empresa procede-se uma análise e um estudo incisivo sobre os indicadores económicos e financeiros. Contudo é necessário uma visão das actividades que originam os valores destes indicadores. Assim, pode-se recorrer aos indicadores de produtividade [31].

Seiichi Nakajima (1988) desenvolveu o OEE, eficácia global dos equipamentos (*Overall Equipment Effectiveness*), indicador de produtividade, como meio de quantificar não apenas o desempenho dos equipamentos, mas também como métrica da melhoria contínua dos equipamentos e processos produtivos. Este indicador teve origem no sistema de Manutenção Produtiva Total (*Total Productivity Maintenance*), TPM, e parte integrante do Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System*), TPS [32,33].

O valor dos indicadores de OEE são, também, um elemento fundamental para implementar estratégias de melhoramento, como a Manutenção Produtiva Total e a Manufatura enxuta (*Lean Manufacturing*).

É de salientar que os indicadores de produtividade são uma metodologia de optimização relativamente recente, desenvolvida na própria indústria, através de conhecimentos empíricos. Assim, a bibliografia relativa a este tema é bastante reduzida.

2.2. Manutenção Produtiva Total

O OEE foi introduzido pela primeira vez por Nakajima no contexto do TPM [34]. O TPM é definido de diferentes formas por vários autores. Segundo Tsarouhas (2007), o TPM foca-se numa abordagem agressiva da manutenção e tem como objectivo melhorar o desempenho do equipamento, evitando a ocorrência de falhas. Waeyenbergh e Pintelon (2002) definem que o objectivo do TPM é maximizar a eficácia do equipamento e, para isso, utiliza o OEE como medida. O TPM auxilia o aumento do valor de OEE através de uma estrutura de avaliação de perdas e, posteriormente, através de acções de forma a reduzir as perdas [33,35].

O TPM é uma estratégia para melhorar a eficácia da empresa. Fornece ferramentas para se atingir uma produção ideal sem quebras, defeitos, perdas, produtos rejeitados ou de baixa qualidade e sem acidentes [35,36].

A implementação do TPM significa aplicar métodos para, de forma contínua, reduzir as perdas. O indicador utilizado na literatura internacional, como sendo a chave métrica, é o OEE [32,37].

A eficácia de um equipamento é maximizada com a diminuição do custo do ciclo de vida (*Life Cycle Cost*), LCC [36]. Segundo Barringer e Weber (1996), o LCC é o somatório dos custos estimados, custos como desenvolvimento, produção e operação. A sua análise tem como objectivo escolher a melhor relação custo-eficácia [38].

A Manutenção Produtiva Total é uma forma testada e comprovada para reduzir os resíduos formados durante a produção permitindo, assim, diminuir os custos económicos associados. Proporciona aos colaboradores o conhecimento e a confiança para gerirem os equipamentos de forma eficaz [35].

2.3. Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção, TPS, criado por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, é uma combinação de princípios e técnicas que têm como objectivo atingir o máximo de qualidade, com base nas tradições culturais japonesas [39]. Este sistema de controlo surgiu na produção de veículos da Toyota Motor Corporation e tinha como objectivo produzir veículos do modo mais rápido e mais eficiente, a fim de uma entrega mais célere [40]. A Toyota Motor Corporation necessitou de 30 anos para a implementação das rotinas descritas pelo princípio [41].

O TPS tem como objectivo otimizar a organização de forma a atender as necessidades do cliente no menor prazo possível, com a mais alta qualidade e ao menor custo. Pretende, também, a completa eliminação de todos os resíduos. É referido, muitas vezes, como um sistema de Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*). Está estruturado sobre a base da completa eliminação das perdas, sendo sustentado por dois sistemas *Just in Time* (JIT)⁹ e a autonomia¹⁰. Recentemente, esse conceito foi ampliado, sob o nome de *Lean Thinking*, para abranger todos os processos realizados por uma empresa [42,43].

Segundo Shingo (1989), alguns princípios básicos do Sistema Toyota de Produção é o princípio da minimização dos custos, *stock zero*, redução dos tempos de ajustes (*setup*) e eliminação das quebras e defeitos de modo a ter as menores paragens possíveis [37,39,44,45,46]. As principais regras do TPS são a estruturação do planeamento e uma abordagem sistemática para a resolução de problemas [40]. A estruturação do trabalho permite projectar regras que identificam os problemas numa fase inicial. O TPS, também, explica como os colaboradores devem operar de forma a melhorar a produtividade [40].

⁹ *Just in Time*: significa que em cada processo o material certo deve estar disponível na hora certa, local certo e no momento certo. O objectivo do JIT é identificar, localizar e eliminar as perdas, garantindo um fluxo contínuo de produção.

¹⁰ Autonomia: corresponde a automação com um toque humano, significa que quando um problema ocorre, o equipamento pára imediatamente, impedindo a produção de produtos defeituosos.

2.4. OEE

A eficácia global dos equipamentos ou OEE é uma chave métrica quantitativa, utilizado para controlar e monitorizar a produtividade dos equipamentos, por outras palavras trata-se de um indicador de produtividade, que representa a eficácia geral do equipamento em relação a uma máquina ideal em termos percentuais [34]. Tem como principal objectivo medir as perdas que ocorrem nas máquinas de modo a analisar a possibilidade de aumentar a produtividade e a eficácia destas [47]. O termo OEE pode gerar confusão quanto à medição efectuada, isto é, o facto de o OEE medir eficácia (traduzido à letra) ou medir eficiência. Na literatura, a eficácia é definida como a relação entre os resultados obtidos e a capacidade produtiva de uma máquina, processo ou instalação. A eficiência ou rendimento refere-se à relação entre os resultados obtidos e os recursos necessários para os atingir, é uma característica do processo. É, também, o quociente entre a produção real total obtida e a produção planeada, o processo é mais eficiente quanto menos recursos utilizar. Portanto, o OEE é uma medida de eficácia [36,38].

O OEE é definido de diferentes formas por vários autores. Muthiah (2008) definiu o OEE como uma ferramenta métrica, poderosa, capaz de medir o desempenho e de realizar diagnósticos a nível do equipamento. Nachiappan e Anantharam (2006) definem o OEE como um sistema de avaliação de uma linha de produção contínua. Ron e Rooda (2006) descrevem o comportamento do OEE e a eficácia do equipamento como medidas de desempenho dos próprios equipamentos de produção [34]. De acordo com a definição de Nakajima (1988) o OEE é a medida das seis grandes perdas [48].

Uma máquina ideal trabalha em contínuo (100% do tempo), a capacidade máxima (100% da velocidade máxima) e obtém produtos de qualidade máxima (100% de qualidade). Os indicadores de OEE permitem saber quanto tempo diário a máquina trabalhou, o desempenho durante o tempo de trabalho e a percentagem das peças dentro dos parâmetros de qualidade. Assim, o OEE utiliza as fontes mais comuns e mais importantes na perda de produtividade e organiza-as em três categorias primárias: Desempenho, Disponibilidade e Qualidade.

A utilização dos indicadores de OEE proporciona inúmeras vantagens aos seus utilizadores, pois fornece informação sobre o nível de eficácia de uma máquina ou de uma linha de produção. Relaciona eficácia ao máximo absoluto no que diz respeito à disponibilidade, velocidade e qualidade. Incentiva a padronização e diminui os erros associados aos cálculos e a recolhas incorrectas de dados. Permite uma melhor avaliação das decisões, redução no tempo de interpretação, facilidade no estabelecimento de metas e objectivos. O OEE revela, também, os custos adicionais associados a uma unidade produzida [49].

Através dos relatórios obtidos e de uma análise é possível verificar a qual das máquinas corresponde a maior perda de eficácia e assim proceder à sua redução.

O OEE lida primeiramente com a eficácia da máquina, e não tem como objectivo principal medir a eficácia da equipa ou do colaborador (apesar de terem uma forte conexão).

De acordo com Nakajima, o OEE é medido a partir da estratificação das seis grandes perdas,

abordado no **subcapítulo 2.6.**, e calculado através do produto dos índices de Disponibilidade, Desempenho e Qualidade [50,51,52].

O termo OEE tem evoluído, na literatura, para diferentes termos no que se refere ao conceito de aplicação. Isto levou a ampliação do termo OEE, eficácia global dos equipamentos, para OFE, eficácia global da fábrica (*Overall Factory Effectiveness*), para OPE, eficácia global da unidade fabril (*Overall Plant Effectiveness*), para OTE, eficácia global de transferência (*Overall Throughput Effectiveness*), para PEE, eficácia dos equipamentos de produção (*Production Equipment Effectiveness*), para OAE, eficácia global do activo (*Overall Asset Effectiveness*) e para TEEP, eficácia do desempenho total do equipamento (*Total Equipment Effectiveness Performance*) [37]. Algumas destas terminologias são limitadas ao nível da eficácia do equipamento, como o PEE e TEEP, enquanto outras abrangem a unidade fabril, como o OFE, OTE, OPE e OAE [37].

O TEEP, proposto por Ivanic (1998), é bastante semelhante ao OEE, a principal diferença reside em englobar no Tempo Planeado de Produção o tempo planeado de paragem (ver **subcapítulo 2.5.**). É calculado através da relação do tempo de produção sobre o tempo total disponível [37].

Scott e Pisa (1998) propuseram o indicador OFE, desenvolvido para medir a eficácia global da fábrica, a sua determinação inclui as várias etapas de produção ou as várias máquinas instaladas de modo a formar um processo de produção. Enquanto o OEE tem o objectivo de alcançar o valor mais elevado da eficácia num equipamento individual, o OFE relaciona as diferentes máquinas e processos, integrando as diversas actividades que o processo de produção implica. O OFE é, portanto, um indicador sobre a relação das actividades que combina as diferentes máquinas e processos [37].

O PEE, formulado por Raouf (1994), é semelhante ao indicador OEE, a única diferença reside na atribuição de diferentes pesos para as várias taxas (disponibilidade, desempenho, qualidade) para a obtenção do valor da eficácia global. Assume que a qualidade tem um peso diferente do desempenho e da disponibilidade, contrariamente ao pressuposto básico do OEE em que os três elementos que têm a mesma importância [37].

O OAE e o OPE são utilizados para identificar e medir as perdas associadas com o processo de produção global. Os dois termos têm o mesmo significado em relação à aplicação industrial, no entanto, os elementos ou as perdas medidos diferem de um indicador para o outro [37].

2.5. Indicadores de OEE

As principais fontes na perda de produtividade podem ser organizadas em três categorias primárias, Disponibilidade, Desempenho e Qualidade. Estas três categorias são os indicadores de OEE e são as “medidas” utilizadas para medir a eficácia de uma máquina, instalação ou processo.

Para a compreensão dos indicadores é necessário definir alguns parâmetros.

O Tempo de Produção Disponível corresponde ao tempo teórico em que é possível produzir. Caso se considere um ano, corresponde a [51,52]:

$$24h/dia \times 365 dias = 8\,760 horas$$

No Tempo de Produção Programado ou Tempo Planeado de Produção define-se uma categoria chamada Tempo Planeado Sem Produção que inclui todos os eventos que devem ser excluídos da análise de eficácia pois não correspondem a tempos de produção (pausas, hora de almoço, manutenção da máquina planeada, períodos sem material para produzir, férias, feriados e fins-de-semana), deve incluir apenas e unicamente os momentos sem produção planeados [51,52].

O OEE analisa as quebras de eficácia e produtividade que ocorrem durante o tempo de produção programado e examina-as com o objectivo de reduzir ou eliminar essas perdas.

Existem três categorias principais de perdas a considerar: quebras do tempo de produção, perda de velocidade e perda de qualidade [46,51,52].

Os indicadores de desempenho não são definidos isoladamente, resultam de uma análise cuidada da interacção da manutenção com outras funções organizacionais, mais evidente com a função de produção [32].

2.5.1. Disponibilidade

A disponibilidade tem em conta as quebras de tempo de produção, que inclui qualquer evento não planeado que pára a produção por um período de tempo apreciável, por exemplo falha do robô, falta de material e falta de colaboradores. O restante tempo é chamado de Tempo de Produção.

É de salientar que o tempo em que a máquina não está a operar e que poderia estar a produzir corresponde a dinheiro que podia estar a ser ganho.

2.5.2. Desempenho

O desempenho contabiliza a perda de velocidade, que pode ser causada por diversos factores que levam a produzir a uma velocidade inferior à velocidade máxima, por exemplo desgaste da máquina, materiais precários, problemas de alimentação e ineficiência do colaborador. O tempo restante é chamado de Tempo de Produção Líquido.

2.5.3. Qualidade

Na Qualidade contabiliza-se as perdas das unidades produzidas, isto é, as unidades que não estão dentro dos parâmetros especificados. Inclui, também, as unidades que são retrabalhadas. O restante tempo é chamado de Tempo de Produção Real. O objectivo do OEE é maximizar o Tempo de Produção Real. Em suma, o valor de OEE corresponde ao Tempo de Produção Real.

De forma sintetizada, no esquema seguinte, a cinzento estão indicadas as perdas possíveis na produção.

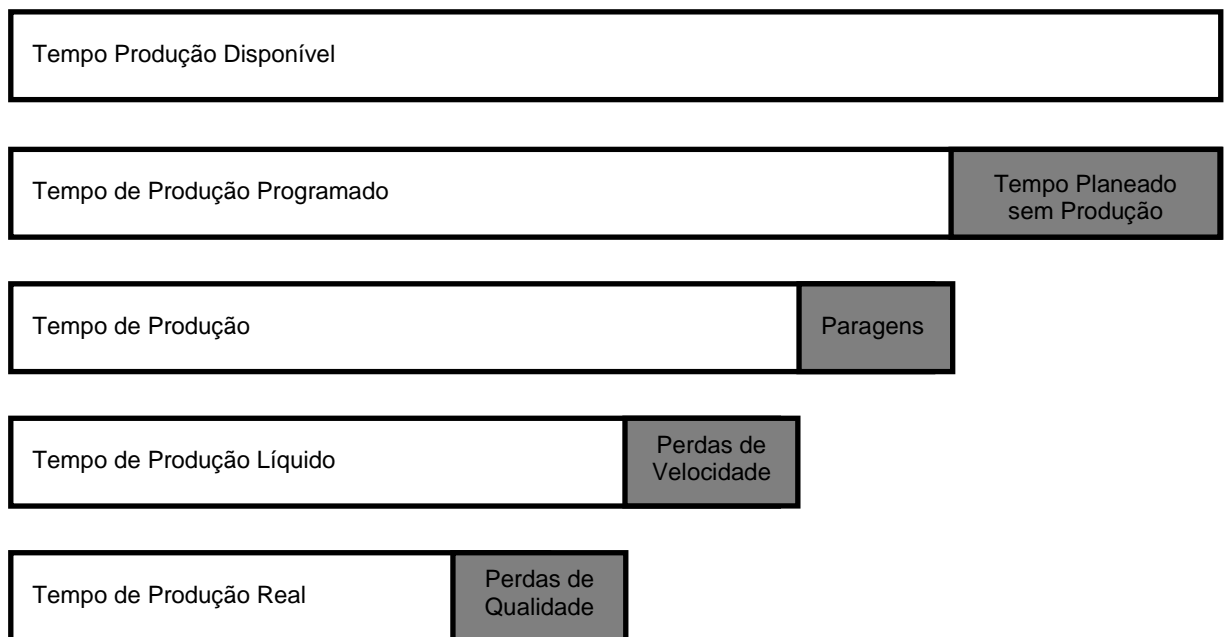


Figura 2.1: Esquema das perdas possíveis na produção [51].

O OEE é considerado, também, um indicador “tridimensional”, por depender de três parâmetros, Disponibilidade, Desempenho e Qualidade, visível na figura seguinte:

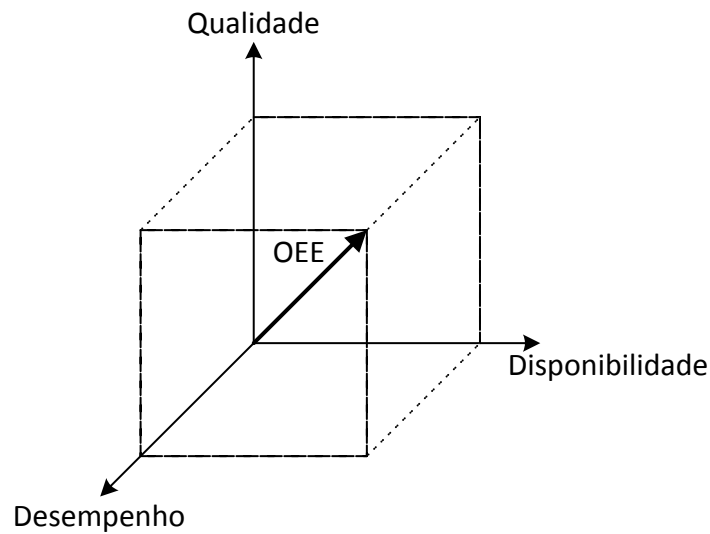


Figura 2.2: Tridimensionalidade do OEE [33].

2.6. As Seis Grandes Perdas (*Six Big Losses*)

Taiichi Ohno definiu os “Sete tipos de Desperdícios” verificados na produção [43]:

- Tempos de espera;
- Transportes desnecessários;
- Produção em excesso;
- Existências (*stock*) de materiais superiores às necessárias;
- Excesso de produção;
- Movimentos desnecessários das pessoas;
- Defeitos de qualidade.

Sendo uma análise bastante geral, Seiichi Nakajima focou-se nas perdas dos equipamentos produtivos e definiu as Seis Grandes Perdas [34]:

- Falha/avaria do equipamento;
- Mudança de turno, ajustes/afinações (*setup*) e outras paragens;
- Esperas, pequenas paragens devido a outras etapas do processo;
- Redução de velocidade relativamente ao originalmente planeado;
- Defeitos de qualidade do produto e do retrabalhado;
- Perdas no arranque e mudança de produto (produto não conforme e desperdícios de materiais).

Para aumentar a eficácia de um equipamento e diminuir o LCC deve-se reduzir as Seis

Grandes Perdas [36].

Huang (2003) afirma que devido à elevada concorrência global, as empresas esforçam-se para melhorar e otimizar a produtividade de modo a serem competitivas, para tal ser possível, as empresas devem identificar as suas perdas e eliminá-las, para disponibilizarem no mercado os produtos com um custo inferior [34].

Na tabela seguinte estão descritas as Seis Grandes Perdas e a sua influência nos indicadores de OEE [32,46,51,52].

Tabela 2.1: Influência das seis grandes perdas nos indicadores de OEE.

Tipo de perdas	As seis grandes perdas
Tempo (Diminui a disponibilidade)	Quebras/paragens Esperas/ajustes (<i>Setup</i>)
Velocidade (Diminui o desempenho)	Pequenas paragens Velocidade reduzida
Qualidade (Diminui a qualidade)	Rejeitados ou Sucata Peças retrabalhadas

2.6.1. Tempo

Esta perda é definida como o tempo que a máquina devia estar a produzir, mas na realidade não está. Não há obtenção de produtos. Causam uma redução do tempo de produção [51,52].

Quebras/Paragens

A causa do mau funcionamento do equipamento pode dever-se a uma causa técnica ou organizacional (por exemplo erros operacionais, fraca manutenção, falha de equipamento, manutenção não planeada).

Espera e ajustes

O equipamento pode estar à espera por diferentes razões, mudança de produção, manutenção, mudança de turno ou pausa para almoçar. A mudança de produção refere-se à alteração do produto a produzir, o equipamento necessita de ser desligado para mudar peças e alterar alturas.

Para alguns autores, a manutenção¹¹ dos equipamentos e a confiabilidade do sistema,

¹¹ A manutenção é definida como uma combinação de todas as actividades administrativas e técnicas necessárias para manter os equipamentos, instalações e outros activos físicos na condição operacional desejada ou restaurá-los a esta [32].

políticas internas da empresa, políticas de produção, são factores importantes que afectam a produtividade e permitem competir no mercado [32]. A manutenção não é responsável por todas as perdas de produção resultantes do *setup* [32].

Estas perdas são reduzidas ou eliminadas pela implementação de técnicas SMED (*Single Minute Exchange of Die*), implementadas por Shigeo Shingo (1985). Esta metodologia permite reduzir o tempo de ajustamento dos equipamentos [39].

A espera também pode suceder-se por restrição da linha. Isto é, a espera entre o abastecimento do material necessário para produção e o transporte do produto na linha final. As paragens originadas nesta categoria são na linha de produção e não no equipamento em si.

2.6.2. Velocidade

Quando ocorre perda de velocidade significa que o equipamento está a operar mas não está na sua velocidade máxima [51,52].

Pequenas paragens

As pequenas paragens, ou como muitos autores referem, as microparagens, correspondem ao momento em que o equipamento sofre curtas interrupções e não opera a uma velocidade constante, assim não ocorre um bom fluxo de produção. Estas microparagens e as consequentes diminuições de velocidade são, geralmente, causadas por pequenos problemas, como uma embalagem a bloquear, verificação do fecho de tampas, sensor bloqueado, limpeza, verificação de pesos. Estas paragens podem diminuir drasticamente a eficácia da máquina.

Teoricamente, estas pequenas paragens são quebras de tempo, mas como são inferiores ao tempo estipulado para indicação de paragem não são registadas como tal.

Redução de velocidade

A redução de velocidade é a diferença entre a velocidade actual e a velocidade teórica ou projectada (também conhecido por *Name Plate Capacity*, abordado no **ponto 2.7.1.**).

Em muitos casos a velocidade de produção tem de ser optimizada de modo a evitar outras perdas, como bloqueios da linha, desperdício de tinta. Assim, muitas vezes a velocidade utilizada é inferior à velocidade máxima possível.

2.6.3. Qualidade

A perda de qualidade ocorre quando a máquina não produz produtos dentro dos parâmetros da qualidade na primeira produção. É de salientar que o objectivo é zero defeitos, produzir sempre produtos em condições óptimas à primeira.

É possível que a qualidade diminua com o aumento da velocidade [51,52].

Rejeitados

Os produtos desta categoria não têm todas as especificações de qualidade. Contudo há a hipótese destes produtos serem vendidos como sub-específicos, ou seja, produtos de qualidade inferior. Caso o produto seja vendido, o valor obtido não paga na totalidade os custos de produção. No entanto, não é necessário pagar a uma empresa externa para remover os produtos desta categoria, possibilitando uma poupança a nível económico.

Produtos retrabalhados

Os produtos desta categoria são produtos que não têm todas as especificações de qualidade na primeira produção, mas são reprocessados e obtêm-se produtos dentro dos parâmetros de qualidade.

Numa primeira análise os produtos desta categoria, não tem um aspecto muito negativo, visto que podem ser vendidos ao mesmo preço. Contudo, em termos de dados obtidos para o cálculo do OEE, os produtos desta categoria, são tão maus como os da categoria de rejeitados. Pois, não se obteve um produto dentro dos parâmetros de qualidade na primeira produção. Estes produtos implicam também outros custos adicionais, custos energéticos e custos relativos às acções necessárias para corrigir os produtos fora dos parâmetros de qualidade.

É de salientar que a perda de qualidade corresponde à perda mais cara porque implica uma perda de tempo (em vez de se produzir produtos dentro das especificações, está-se a produzir produtos fora das especificações de qualidade) e há um gasto de material para a produção destes produtos. Muitas empresas optam por não retrabalhar os seus produtos porque implicam custos não previstos.

Alguns autores distinguem uma terceira perda na qualidade, as perdas iniciais, estas perdas ocorrem [32]:

- No arranque da máquina, a produção ainda não está estabilizada e os primeiros produtos não obedecem a todas as especificações.
- No final da produção, caso não se encontre estabilizada, os produtos obtidos não respeitam todas as especificações.
- Quando o número de produtos não é contabilizado como parte da ordem de produção e, consequentemente, são considerados uma perda [32].

Como se pode verificar, as Seis Grandes Perdas não englobam as paragens planeadas dos equipamentos.

O fluxograma seguinte relaciona as seis grandes perdas com o OEE e os seus indicadores.

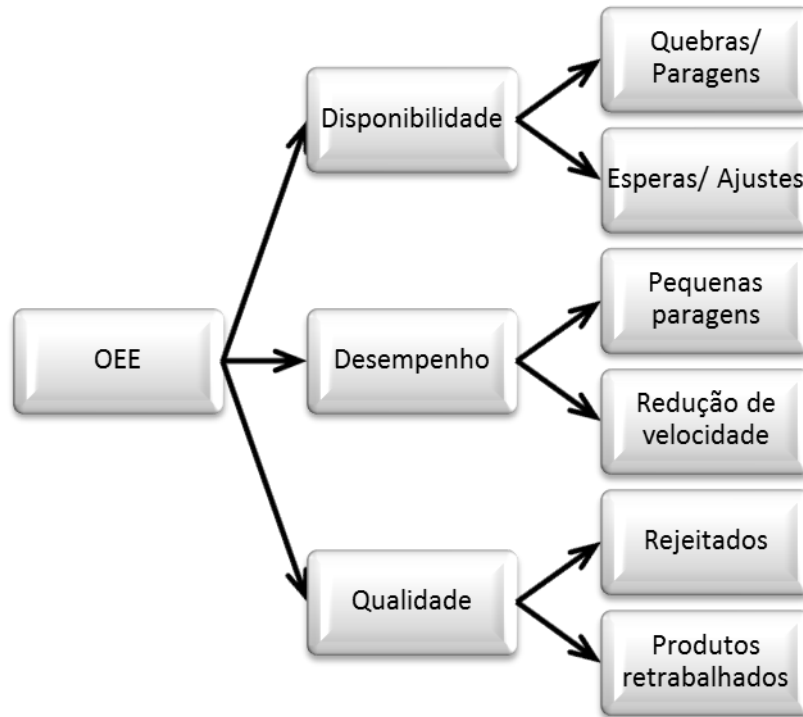


Figura 2.3: Fluxograma da relação do OEE e dos seus indicadores com as seis grandes perdas [36].

2.7. Unidades de medida

As unidades utilizadas para a velocidade máxima são expressas em unidades por tempo. As unidades podem ser peça, quilograma, litro ou metro quadrado. O tempo, utilizado também para o indicador da disponibilidade, é, usualmente, medido em minutos. No caso em estudo, as unidades utilizadas são embalagens/minuto (emb/min).

O número de unidades teóricas utilizadas no cálculo do desempenho é dado por:

Equação 2.1: Número de unidades teóricas.

$$\begin{aligned} \text{Número de unidades teóricas} &= \text{velocidade máxima teórica} \times \text{Tempo de Produção real} \\ (\text{unidades}) &= (\text{unidades / minuto}) \times (\text{minutos}) \end{aligned}$$

A velocidade máxima de cada máquina pode ser calculada de duas maneiras distintas. A primeira é o *Name Plate Capacity* ou NPC, a segunda é a *Standard*.

2.7.1. Name Plate Capacity

O *Name Plate Capacity* é a velocidade de produção máxima para cada máquina projectada

[51,52].

A velocidade do NPC é usualmente baseada na especificação da máquina. Contudo a maior parte das máquinas produz diferentes produtos com velocidades diferentes das especificadas [51,52].

Pode-se identificar diferentes razões para a produção ter velocidade diferente à projectada, pois alguns produtos são mais “difíceis” de produzir que outros. A diferença entre a velocidade de produção dos diferentes produtos, salienta o controlo reduzido sobre o processo de produção de cada produto. Existem razões físicas que determinam a diferença observada. No caso em estudo, o principal factor que determina as diferenças de velocidade é a viscosidade dos diferentes produtos.

O valor de NPC deve ser obtido através do fornecedor da máquina ou do manual desta. No entanto, esse valor deve ser verificado experimentalmente.

2.7.2. Standard

A velocidade máxima que é específica de uma determinada combinação produto-máquina é denominada de *Standard* [51,52].

Uma máquina pode ter uma velocidade máxima para cada produto, isto é, ter mais do que uma velocidade *Standard*, no entanto tem apenas um valor de NPC.

Caso não exista informação sobre o valor NPC para o equipamento deve-se proceder à medição das velocidades máximas, método *Standard*.

É de salientar que para o estudo do indicador de produtividade OEE, num caso real, deve-se utilizar o método *Standard* para a determinação da velocidade máxima de operação, por caracterizar o processo veridicamente.

2.7.3. Número de unidades

Para se obter os indicadores de OEE é necessário, também, um registo do número de unidades produzidas. Existem diversos métodos de registo, enumerados seguidamente [51].

- **Peça única** (*Single Piece*): este é o método padrão; o número de unidades produzidas à saída é obtido directamente, sem nenhum cálculo.
- **Contador** (*Counter*): são utilizadas duas leituras do contador; a diferença entre eles corresponde ao valor de unidades produzidas à saída.
- **Quadrado** (*Square*): as unidades produzidas são determinadas multiplicando o comprimento e a largura do produto.
- **Cúbica** (*Cubical*): as unidades produzidas são determinadas pelo resultado da multiplicação do comprimento, largura e altura do produto.
- **Entrada – Saída** (*Input – Output*): uma certa quantidade de produtos entram na

máquina e uma certa quantidade de produtos sai da máquina. O que não sai da máquina é considerado rejeitado.

- **Kalender:** a produção é determinada pela multiplicação da densidade mássica, espessura, largura e velocidade.

2.8. Método de cálculo

Para uma compreensão mais significativa dos indicadores de OEE é necessário perceber o seu método de cálculo.

A taxa de disponibilidade corresponde ao tempo que a máquina está realmente a produzir produtos comparado com o tempo que a máquina poderia estar a produzir.

Equação 2.2: Cálculo da taxa de disponibilidade.

$$\text{Disponibilidade (\%)} = [(\text{Tempo programado de produção} - \text{Paragens}) / \text{Tempo Programado de Produção}] \times 100$$

ou

$$\text{Disponibilidade (\%)} = (\text{Tempo Produção} / \text{Tempo Programado de Produção}) \times 100$$

Caso a disponibilidade seja de 100% significa que não houve paragens durante o processo de produção.

A taxa de desempenho é a comparação entre o número de unidades produzidas e a número de unidades esperadas ou teóricas. O número de unidades teóricas é dado pelo produto da velocidade máxima teórica da máquina-produto e o tempo de produção.

Equação 2.3: Cálculo da taxa de desempenho.

$$\text{Desempenho (\%)} = [\text{Número de unidades produzidas} / (\text{Velocidade máxima de produção} \times \text{Tempo de produção})] \times 100$$

Quando a taxa de desempenho é de 100%, significa que o processo ocorreu à velocidade máxima teórica sem ocorrência de pequenas paragens.

A taxa da qualidade é o número de produtos obtidos dentro dos parâmetros da qualidade comparado com o número total de embalagens produzidas.

Equação 2.4: Cálculo da taxa de Qualidade.

$$Qualidade (\%) = [(\text{Número de unidades produzidas total} - \text{Rejeições}) / \text{Número de unidades produzidas total}] \times 100$$

Quando a taxa é de 100% significa que não houve produção de peças rejeitadas ou retrabalhadas.

O produto dos três factores equivale ao valor de OEE [42]:

Equação 2.5: Cálculo do OEE.

$$OEE (\%) = Disponibilidade (\%) \times Desempenho (\%) \times Qualidade (\%)$$

Se não existissem perdas o OEE seria de 100%, o que corresponde a uma máquina ideal.

2.8.1.Cálculo do OEE geral

O OEE geral corresponde ao OEE de um dia ou de um mês e engloba todas as máquinas da linha de produção. Existem dois métodos para o calcular. Um dos métodos é a média aritmética dos resultados obtidos.

Equação 2.6: Método 1 para calcular o OEE geral.

$$OEE_{geral} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n OEE_{máquina_i}, \quad n = \text{número de máquinas}$$

O segundo método corresponde à média utilizando diferentes “pesos” para cada máquina, considerando a sua importância relativa. O peso dado a cada máquina pode ser determinado por um qualquer factor, contudo o mais correcto é determinar o peso de cada máquina pelo valor adicionado aos dados da produção.

Equação 2.7: Método 2 para calcular o OEE geral.

$$OEE_{geral} = \sum_{i=1}^n (OEE_{máquina_i} \times Peso_{máquina_i}) / \sum_{i=1}^n Peso_{máquina_i},$$
$$n = \text{número de máquinas}$$

3. UNIDADES DE PRODUÇÃO DA EMPRESA TINTAS ROBBIALAC S.A.

A unidade de produção da Tintas Robbialac S.A. está dividida em duas unidades fabris, Unidade Fabril 1 (UF1) e a Unidade Fabril 2 (UF2).

Cada unidade fabril é composta por duas zonas distintas, zona de fabrico e zona de enchimento, que se complementam.

Em ambas as unidades de produção, a produção é feita em processos descontínuos, por lotes, onde, apenas, se produzem tintas de base aquosa.

A produção da UF1 destaca-se da UF2 pela produção de lotes de volumes bastante superiores e pelo elevado nível de automação. Como os produtos obtidos na UF1 são de elevado volume os equipamentos desta são de tamanho superior aos da UF2.

A UF2 apresentou uma produtividade, no ano de 2012, comparativamente com a UF1, de 6%. Para o período de Janeiro a Junho de 2013, a produtividade da UF2 foi de apenas 2% da UF1. A diminuição da produtividade deve-se ao facto da empresa pretender acabar com a UF2 e fazer todas as produções na UF1.

Tabela 3.1: Comparação entre a UF1 e a UF2.

Características	UF1	UF2
Lote máximo produzido (kg)	16 000	3 000
Automatismo	Sim	Não
Intervenção humana	Reduzida	Elevada
Fluxo de materiais	Vertical	Horizontal
Produtividade	Elevada	Reduzida

3.1. Unidade Fabril 1

A UF1 tem um elevado nível de automação, com a produção de lotes de elevados volumes. A pesagem da maioria das matérias-primas e a descarga das mesmas é controlada por um sistema informático, contudo é necessário que alguma das matérias-primas seja adicionada manualmente.

A UF1 está destinada à produção de tintas de base aquosa, possuindo um nível elevado de automação. Usualmente, o lote mínimo de produção da UF1 é de 4 000 kg, podendo-se verificar fabricos inferiores a 2 000 kg, e o lote máximo é de 16 000 kg. É de salientar que, para se produzir a capacidade máxima da UF1, 16 000 kg, é necessário fazer duas cargas de 8 000 kg.

Para apenas uma carga a quantidade máxima de produção é 14 000 kg. Além de se referir o valor máximo de produção em quilograma, este valor depende apenas do volume. Pois, o volume do tanque determina o tamanho do lote.

Esta unidade é constituída por diversos equipamentos de fabrico, de elevado volume, sendo cada um deles destinado a diferentes tipos de produtos e com diferentes capacidades de produção. É constituída por 9 máquinas de fabrico, estando apenas 8 disponíveis.

Tabela 3.2: Máquinas de fabrico da UF1.

Máquina de Fabrico	Tipo de produtos	Quantidade Mínima (kg)	Quantidade Máxima (kg)
Master Mix	Branco/Bases SC	7 500	16 000
Novo Mixer	Bases SC	8 000	12 000
Cowles 1	Esmaltes Acrílicos	1 250	2 500
Cowles 2	Cores Fortes	3 200	8 000
Cowles 3	Visioplast, Adesan e bases incolores	3 250	8 000
Cowles 4	Branco/Bases SC	3 250	8 000
Cowles 5	Intermédios	200	1 500
Varishear	Branco	3 250	8 000

O Master Mix é responsável por cerca de 50% da produção da UF1, sendo a máquina mais utilizada e automatizada.

Os produtos são produzidos em pisos elevados sendo deslocados até à zona de enchimento (pisos inferiores) por fluxo vertical.

Naturalmente verificam-se antecipações e atrasos nos fabricos. Os motivos mais usuais do incumprimento do plano de produção são as rupturas de *stock*, falta de matéria-prima, indisponibilidade de tanques (espera da aprovação de lotes) e manutenção dos equipamentos.

Após a aprovação do lote de fabrico é dada a ordem de enchimento. Tudo que é produzido na UF1 não é obrigatoriamente cheio na zona de enchimento da unidade fabril 1 (ZE1), podendo ser deslocado para a zona de enchimento da unidade fabril 2 (ZE2).

3.2. Zona de enchimento da UF1

O estágio realizado na empresa Tintas Robbialac S.A., com a duração de cinco meses,

ocorreu na zona de enchimento da UF1.

A ZE1 é composta por 6 máquinas, identificadas com um número (de 1 a 6). Cada máquina possui um sistema que permite ajustar a quantidade de tinta a encher em cada embalagem.

As máquinas numeradas de 1 a 5 possuem um sistema de paletização automático, constituído por dois robôs (robô A e robô B).

O robô A procede à recolha das embalagens com origem nas máquinas 1, 3 e 5, enquanto que o robô B recolhe as embalagens das máquinas 2 e 4.

Como se pode observar na **Figura 3.1**, o robô A só tem dois tapetes de acesso, o tapete da máquina de enchimento 1 une-se com o tapete da máquina de enchimento 5. Isto, significa que, das cinco máquinas existentes apenas é possível o funcionamento de quatro durante o mesmo período de trabalho.

A máquina 6 não tem acesso a robô para o procedimento de paletização, necessitando de dois colaboradores. Um dos colaboradores é necessário para o controlo do enchimento e colocação de tampas e o segundo colaborador é responsável pela paletização manual.

Assim, as restantes máquinas, 1 a 5, normalmente, necessitam de apenas um colaborador para o controlo do enchimento e para a colocação de tampas.

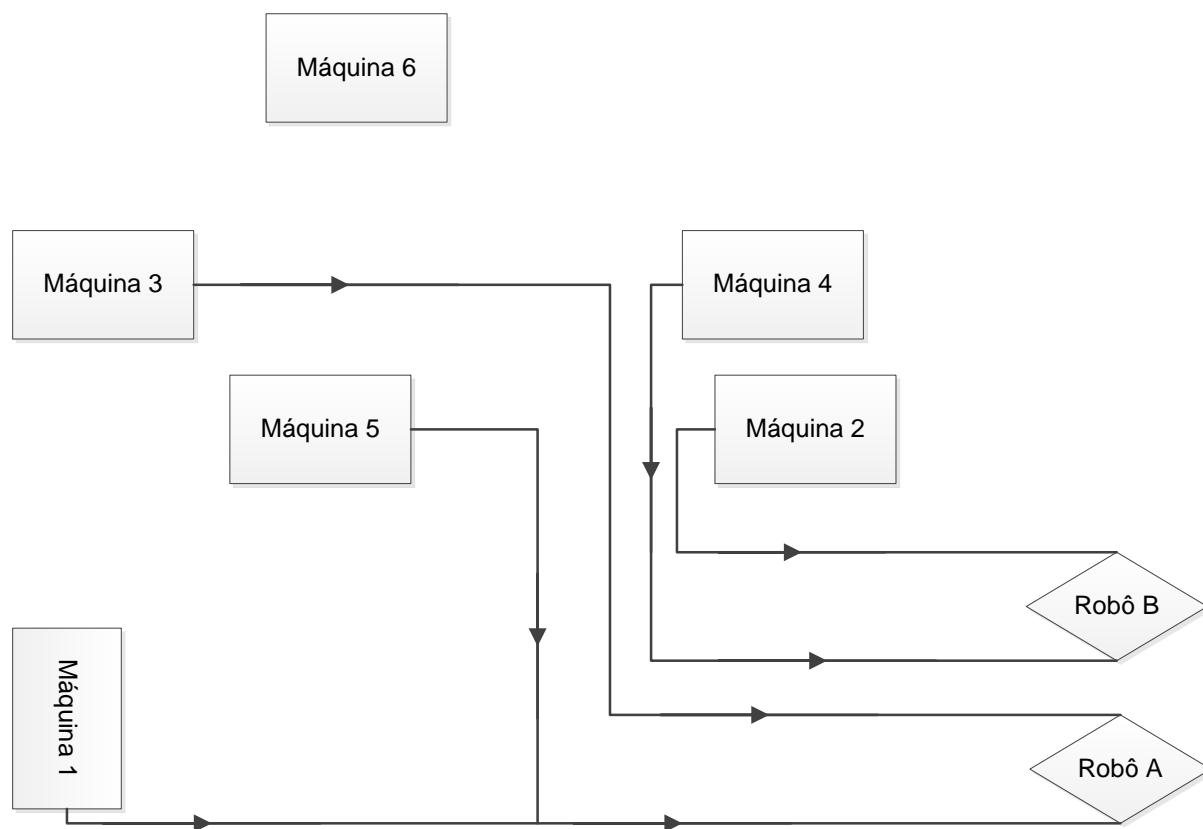


Figura 3.1: Esquema da disposição das máquinas de enchimento e dos robôs.

3.2.1. Tipos de enchimento

As máquinas têm diferentes tipos de enchimento. A máquina de enchimento 1 e a máquina de enchimento 4 enchem por gravimetria, enquanto que as restantes por volumetria. A volumetria é um método mais rápido que a gravimetria, mas pode-se considerar menos preciso.

A máquina 1 e a máquina 4 só enchem texturados. As tintas cheias na máquina 1 têm base de areia, como a Tartaruga e a Super Tartaruga. A máquina 4 só enche Adesan e Visoplast e as restantes máquinas enchem tintas lisas.

A flexibilidade dos enchimentos é muito importante, tanto na capacidade da embalagem (quantidade) como no tipo de produto, pois os mercados variam e procuram respostas rápidas.

A procura no mercado é elevada e, para responder às exigências do Cliente, a Tintas Robbialac S.A. tem ao seu dispor embalagens com diferentes formatos, designadamente embalagens de 0,5 L, 0,75 L, 1 L, 3L, 4 L, 5 L, 10 L, 15 L, 20 L e 25 kg.

No período de Janeiro a Junho de 2013 encheram-se 178 referências de produto diferentes na ZE1, que, após acondicionamento derivam em 375 produtos. Isto é, o mesmo produto pode ser cheio entre 3 a 4 formatos diferentes. Normalmente um produto tem três dos seguintes formatos:

Tabela 3.3: Formato de embalagens possíveis para um produto.

Capacidade da embalagem (L)
$\frac{3}{4}$ ou 1
4 ou 5
15 ou 20

3.2.2. Equipa de Trabalho

Neste momento existem três colaboradores fixos na unidade de enchimento. É de salientar que, caso um dos colaboradores falte corresponde a uma quebra de 33,3% da produção.

Dois dos colaboradores estão fixos na máquina 2 e na máquina 3, existindo a hipótese por necessidade de produção de alternarem de máquinas. O terceiro colaborador opera entre a máquina 1, 4 e 5. Tendo-se verificado, durante o período de estágio, uma reduzida utilização da máquina 5, o colaborador responsável pela máquina de enchimento 1, 4 e 5, também pode substituir em caso de ausência um dos colaboradores da máquina 2 ou 3.

Contudo, por vezes, recorre-se a um quarto elemento para trabalhar com uma das máquinas de enchimento, quando o plano de enchimento o dita. Esta escolha cinge-se a um dos dois colaboradores da Tintas Robbialac S.A. que costumam operar na máquina de enchimento 6.

As tintas são um produto sazonal, com maior procura nos meses de Verão. Quando há necessidade de uma maior produção, normalmente durante os meses de Junho, Julho e Agosto, contratam-se dois colaboradores externos que trabalham das 16h00 às 00h00, na zona de enchimento 1.

É de salientar que a equipa de trabalho não é estática, tendo-se verificado diversas disposições, dos colaboradores nas máquinas de enchimento, distintas das referidas anteriormente.

3.3. Unidade Fabril 2

A Unidade Fabril 2 (UF2) é caracterizada pela produção de produtos por encomenda, produtos únicos, feitos à medida e em pequenas quantidades, especialmente cores. Os produtos produzidos na UF2 são de volumes reduzidos em comparação com a UF1, sendo sempre inferiores a 3 000 kg.

O sistema de fabrico não é automático, é necessário uma elevada intervenção humana para a pesagem das matérias-primas e para a descarga, tornando-se num processo lento.

O fluxo de materiais, nesta unidade, é horizontal.

Tal como na UF1, verifica-se o incumprimento do plano de produção, com antecipações e atrasos nos fabricos. Os motivos pelos quais essas ordens de fabrico são antecipadas e/ou atrasados na UF2 diferem dos motivos considerados na UF1, os principais motivos devem-se à falta de tanques móveis e falta de matérias-primas.

3.4. Zona de enchimento da UF2

A ZE2 é composta por 3 máquinas enchimento e não possui um sistema de paletização automático, sendo necessário os colaboradores organizarem as embalagens na paleta e com o auxílio de um equipamento colocar um filme de protecção. As máquinas presentes nesta zona não enchem embalagens de 15 L, enchem apenas formatos pequenos. Caso seja necessário encher embalagens de 15 L recorre-se a um pequeno tanque provido de uma torneira, com o auxílio de uma balança controla-se as quantidades de cada embalagem.

A ZE2 não contribui para o desenvolvimento do tema da dissertação.

4. SOFTWARE UTILIZADO PARA A OBTENÇÃO DOS INDICADORES DE OEE

O *software* utilizado para a recolha de dados e a realização de relatórios automáticos é o InTouch. Os resultados obtidos pelo programa indicam o nível de eficácia de um equipamento.

Numa primeira fase, para a instalação das consolas junto às máquinas de enchimento recorreu-se à empresa Autequel. As consolas permitem ao colaborador indicar o início de uma operação e registar o motivo de uma paragem.

A Autequel é uma empresa portuguesa que desenvolve a automação industrial. Opera desde 2003 e pretende, juntamente com o Cliente, disponibilizar as melhores soluções para o Cliente e disponibilizar o equipamento necessário em causa. A Autequel tem diferentes equipamentos disponíveis, autómatos programáveis, contadores, consolas, entre outros. A nível de serviços disponíveis dispõe de sistemas integradores de automação, electrificação e automatização de máquinas, entre outros [53].

Posteriormente, a Sysmaker ficou responsável pelo programa de recolha de dados e de realização de relatórios automáticos.

A Sysmaker é uma empresa portuguesa, com 35 colaboradores, integradora de sistemas, utiliza as tecnologias mais avançadas, desenvolve e implementa soluções de automação e supervisão de modo a flexibilizar e a melhorar o desempenho dos processos dos seus clientes [54,55].

O InTouch é um *software* de gestão de operações que permite registar a produção e os tempos respectivos, de modo a possibilitar às empresas um método de análise. Através desta análise é possível verificar quais as perdas e proceder a correcções com o intuito de aumentar a produtividade e consequentemente a eficácia [56].

O *software* não necessita de demasiada informação tornando-se acessível e de fácil utilização. Permite obter dados superiores a um dia, possibilitando uma análise mais generalizada e uma visualização da evolução da produção. Os dados gerados são de fácil percepção.

O programa é um instrumento padronizado, podendo ser utilizado em todos os departamentos da fábrica.

4.1. Implementação do processo

Quando se implementa o processo para a recolha dos indicadores numa fábrica de produção é necessário proceder a algumas etapas. Primeiro é necessário escolher uma máquina piloto.

A escolha da máquina piloto é uma etapa importante, pois trata-se de uma situação teste, a máquina irá servir de modelo para as restantes. Permite obter experiência na recolha dos dados e no cálculo dos indicadores de OEE.

Para a implementação correcta do *software* a equipa de trabalho e a sua formação é fundamental, isto é, os colaboradores são responsáveis pela maioria dos registos recolhidos pelo *software*, por isso é necessário que o colaborador seja capaz de medir/contabilizar o número de produtos produzidos e os produtos que estão dentro dos parâmetros de qualidade, deve ainda, identificar as paragens que ocorrem durante o seu turno [31].

A Tintas Robbialac S.A. procedeu em 2010 à implementação do processo de recolha de dados nas máquinas de enchimento, última etapa da linha de produção, impedindo uma descrição detalhada dos procedimentos tomados durante a acção.

Ao lado de cada máquina de enchimento encontra-se uma consola, como já referido, onde o colaborador necessita de colocar o seu número de identificação, restringindo o acesso apenas para as pessoas responsáveis pela máquina.

A consola, possui várias listas de ordens de enchimento, anteriormente inseridas no *software*, que contém o número de identificação (ID) do produto, o número de lote, o número total de embalagens a encher, as embalagens contabilizadas pelo sensor, a possibilidade de inserir o número de embalagens não conformes, e ainda, um pequeno gráfico de barras com as taxas de Desempenho, Disponibilidade, Qualidade e OEE para os patamares definidos.

Depois da indicação de paragem na consola e para retomar o enchimento o colaborador deve seleccionar uma causa da lista existente no *software*.

4.1.1. Projectar a forma de registar o OEE

Este ponto desenvolveu discussões saudáveis e várias trocas de ideias. Apresentaram-se três hipóteses de registar os dados, as quais são enumeradas seguidamente.

Hipótese 1

O OEE sobre a capacidade total da produção.

A capacidade total de produção considera o trabalho contínuo, 365 dias anuais, turnos de 24 horas e as quatro máquinas disponíveis. Contudo, não é viável considerar esta base para os cálculos pois os valores de OEE seriam extremamente baixos e mais importante ainda, não se tem colaboradores disponíveis para se trabalhar em contínuo.

É de realçar ainda, que o resultado obtido não seria o indicador OEE, mas sim o indicador TEEP (**subcapítulo 2.4.**).

Hipótese 2

A segunda hipótese considera para a base do cálculo todos os dias úteis do ano, sem contabilizar dias de limpeza (primeiro dia útil de cada mês), feriados, pontes e dias em que por algum outro motivo não é previsto o enchimento, sendo apenas admitidos motivos planeados.

Baseia-se em apenas quatro máquinas de enchimento, alternando entre a máquina 1 e a máquina 5. Considera apenas o turno de trabalho e desconta as pausas planeadas.

Caso se verifique a ocorrência de um turno extra este é contabilizado para os cálculos.

Hipótese 3

Nesta hipótese calcula-se a eficácia verificada na realidade. Isto é, caso só se tenha três colaboradores disponíveis apenas se considera três máquinas para os cálculos. Caso fosse necessário, devido ao planeamento, laborar com as quatro máquinas de enchimento, seriam consideradas as quatro máquinas. Caso se verifique planeamento de enchimento apenas para metade do turno de um dos colaboradores, pelo elevado número de existências em *stock*, apenas se considera esse tempo para o cálculo da disponibilidade. Os próprios colaboradores tinham a responsabilidade de encerrar na consola o enchimento e o tempo programado para produção.

Mas esta hipótese deixa algumas questões em aberto. Como se controlaria quando os colaboradores saíssem mais cedo? Ou quando um colaborador operasse, no mesmo turno, numa máquina na parte da manhã, e noutra máquina na parte da tarde. Considerava-se para os cálculos uma ou duas máquinas de enchimento? Se a responsabilidade de contar o tempo programado era incumbida ao colaborador como é que se controlaria os tempos de pausas, apenas pela verificação do indicador de desempenho?

E mais importante ainda, com tanta informação os relatórios gerados deixavam de ser automáticos e simples, tornando-se morosos, trabalhosos e praticamente manuais.

Das três hipóteses, a Hipótese 3 apresentaria valores de OEE mais elevados. No entanto, os relatórios obtidos perdiam uma das suas principais vantagens, o facto de serem automáticos.

Na Hipótese 1, os valores obtidos de OEE não são realistas, pois actualmente não existe a possibilidade de se trabalhar em contínuo.

Assim, para o registo dos dados e o posterior cálculo dos indicadores, optou-se pela Hipótese 2, pois os resultados obtidos são automáticos e existe um conhecimento prévio da base de cálculo.

4.1.2. Definição dos parâmetros

Para a implementação do *software* foi necessário definir os parâmetros que seriam a base dos cálculos para os relatórios.

Os parâmetros devem ser definidos para cada caso em concreto, isto é, específico para cada unidade de produção, por outras palavras, os parâmetros utilizados para calcular os indicadores devem diferir de empresa para empresa. Com a individualização dos parâmetros o valor de OEE indica precisamente como a máquina trabalha, permitindo obter o máximo de

benefício do programa.

Disponibilidade

O registo das actividades relativas ao tempo permitem saber o tempo de produção, mas em particular e, mais importante ainda, permitem saber onde o tempo é perdido. Com esta informação, a maior perda de tempo pode ser identificada e, posteriormente, eliminada ou reduzida e assim aumentar a taxa de disponibilidade da máquina.

Para o cálculo da disponibilidade é necessário definir o Tempo Planeado de Produção. O turno laboral inicia às 8h00 e termina às 17h00, inclui 1 hora de almoço e 15 minutos de pausa na parte da manhã. Assim, o Tempo Planeado de Produção diário é de:

Equação 4.1: Cálculo do Tempo Planeado de Produção.

$$9 \times 60 - 60 - 15 = 465 \text{ minutos}$$

Como referido no **subcapítulo 2.8.** a taxa de disponibilidade é calculada pela equação seguinte:

Equação 4.2: Cálculo da taxa de disponibilidade.

$$\text{Disponibilidade (\%)} = [(\text{Tempo programado de produção} - \text{Paragens}) / \text{Tempo programado de produção}] \times 100$$

Desempenho

Para o cálculo do desempenho é necessário definir as velocidades máximas de cada produto.

A velocidade de enchimento de cada máquina depende de vários motivos como a idade da máquina, do colaborador que dá as indicações de trabalho à máquina, do material de enchimento, do estado do filtro e do estado da “boca” de alimentação.

Para a obtenção da taxa de desempenho correcta de cada máquina é necessário saber qual a velocidade de enchimento máxima de cada produto e inserir essa informação no *software*. A lista das velocidades de enchimento máximas teóricas, independente da máquina, utilizada inicialmente encontra-se na tabela seguinte.

Tabela 4.1: Velocidade máxima teórica de enchimento para as diferentes capacidades de embalagens.

Capacidade da embalagem (L)	Velocidade de enchimento (emb/min)
$\frac{3}{4}$	21
1	18
4	15
5	14
10	10
15	8
20	7

Contudo, a tabela anterior não permite a obtenção de uma taxa de desempenho fidedigna, devido à elevada generalidade dos valores.

Como referido no **subcapítulo 2.8.**, através do valor da velocidade máxima de produção da relação produto-máquina, a taxa de Desempenho é calculada pela equação seguinte:

Equação 4.3: Cálculo da taxa de Desempenho.

$$\text{Desempenho (\%)} = [\text{Número de unidades produzidas} / (\text{Velocidade máxima de Produção} \times \text{Tempo de Produção})] \times 100$$

Qualidade

Para a obtenção da taxa de Qualidade é necessário definir parâmetros de modo a distinguir, facilmente, um produto com todas as especificações de qualidade dos restantes produtos que não as possuem.

Como referido no **subcapítulo 2.8.** a taxa de qualidade é calculada pela equação seguinte:

Equação 4.4: Cálculo da taxa de Qualidade.

$$\text{Qualidade (\%)} = [(\text{Número Total de unidades produzidas} - \text{Número de unidades Rejeitadas}) / \text{Número Total de unidades produzidas}] \times 100$$

Contudo, optou-se por assumir que a taxa de qualidade é sempre de 100%. Para a justificação desta escolha, proceder-se-á à análise de um exemplo real.

Exemplo:

Num lote de 300 embalagens em que apenas uma não tem todas as especificações de qualidade, por exemplo o robô deixou cair a embalagem e esta entornou-se, pertencendo à categoria de rejeitado das seis grandes perdas, não podendo ser vendida como subproduto.

Neste exemplo, a taxa de qualidade corresponde a 99,67%, aproximadamente 100%. Assim, no caso em estudo, a qualidade não tem um papel significativo no valor de OEE, tendo-se optado por ser sempre 100%.

Caso se obtenha algum dos indicadores superior a 100% significa que um dos dados inseridos no *software* está incorrecto. Este tipo de situações verifica-se, unicamente, nos dados utilizados para o cálculo do desempenho. Isto significa que, o valor da velocidade máxima de enchimento inserido no *software* é inferior à velocidade máxima real.

4.1.3. Considerações relativas aos métodos de cálculo utilizados

No **ponto 2.7.3.**, encontram-se diferentes métodos para calcular o número de unidades produzidas. O método utilizado, no caso em estudo, é o método da peça única, método padrão, em que se regista apenas o número de peças obtidas à saída.

O método utilizado pelo *software* para o cálculo do OEE geral é o Método 1, média aritmética, (**ponto 2.8.1.**) no qual todas as máquinas têm a mesma importância para a obtenção dos valores de OEE.

É de salientar que, para os cálculos, considera-se apenas quatro máquinas, intercalando a máquina de enchimento 1 com a 5.

Além do objectivo principal ser melhorar o valor de OEE este não é feito de maneira independente. Tendo em conta os valores de OEE de Junho e Outubro de 2012 da tabela seguinte, pode-se constatar pela taxa de Disponibilidade que o tempo de produção entre os dois meses foi semelhante; contudo o Desempenho foi superior no mês de Outubro, implicando um aumento da taxa de OEE de 5%.

Tabela 4.2: Valores de OEE no mês de Junho e Outubro de 2012.

Factor OEE	Junho	Outubro
Disponibilidade	32%	32%
Qualidade	100%	100%
Desempenho	70%	87%
OEE	23%	28%

4.2. Quadro de Indicadores de Desempenho

A Tintas Robbialac S.A. tem, na zona de enchimento, um ecrã com a indicação das diferentes taxas dos indicadores de produtividade, relativas ao turno laboral. A existência deste quadro permite um acompanhamento directo pelos colaboradores do seu desempenho e permite-lhes, ainda, otimizar as suas actividades, isto é, incentiva a obtenção das taxas mais elevadas.

No quadro de indicadores de OEE, além do valor dos indicadores actualizados a cada 30 segundos está presente, também, o valor alvo para cada um dos indicadores.

Relativamente aos valores alvo, Nakajima sugeriu que os valores alvo ideais para as diferentes taxas seriam de [48]:

- Disponibilidade: superior ou igual a 90%;
- Desempenho: superior ou igual a 95%;
- Qualidade: superior ou igual a 99%.

Resultando num OEE de 85%.

Uma empresa, quando define os seus valores alvo deve conhecer os valores dos principais concorrentes directos e os valores obtidos, na empresa, na fase de implementação do *software* [31]. Como não é possível conhecer as taxas de desempenho dos concorrentes no mercado, a empresa Tintas Robbialac S.A., através dos valores experimentais, definiu para a taxa de Disponibilidade o alvo de 50%, para a taxa de Desempenho o alvo de 54% e para a taxa de Qualidade, como já referido, o valor alvo de 100%, assim, o valor alvo da taxa de OEE ficou definido como sendo de 27%.

Equação 4.5: Cálculo do valor alvo da taxa de OEE.

$$OEE (\%) = 50\% \times 54\% \times 100\% = 27\%$$

No quadro de indicadores, quando os valores das taxas estão distantes do valor alvo apresentam uma cor vermelha, com a aproximação ao valor alvo são indicados a amarelo e quando o atingem ou ultrapassam são indicados a preto.

No quadro, também, existe a indicação da velocidade máxima teórica inserida no *software* e a velocidade média de enchimento calculada pelo *software*, arredondado às unidades. A informação, no quadro de indicadores, do valor das velocidades, máxima e média, alerta para a importância do uso das velocidades correctas.

Ao indicar o valor dos indicadores actualizados torna o processo de recolha de dados dinâmico.

O quadro de indicadores possui uma última coluna, denominada por “Área”, com a indicação dos valores mensais acumulados.

4.3. Identificação das Paragens

O tempo programado de produção diária é de 465 minutos e inclui duas paragens programadas. Contudo os tempos de produção registados são bastante inferiores, diminuindo, assim, a taxa de disponibilidade.

Uma das vantagens dos relatórios de OEE é permitir analisar onde é gasto o tempo em que a máquina não está a produzir. Por esta razão o colaborador depois de parar a produção por um certo período necessita de colocar um motivo para a sua paragem.

Para se poder analisar as paragens registadas pelo *software* é necessário definir o tempo para a consola indicar paragem e o colaborador necessitar de colocar o motivo desta. Numa fase inicial, a consola indicava paragem aos 5 minutos. Posteriormente, de modo a poder alcançar um maior número de paragens diminui-se o tempo para 3 minutos. Convém salientar que este tempo não deve ser demasiado curto, para não causar *stress* ao colaborador com a preocupação da consola indicar ou não paragem [51].

Para melhorar os valores de OEE é essencial eliminar e/ou reduzir o tempo de paragem não planeado. Pois, não se pode aumentar o valor dos indicadores caso o processo não esteja a decorrer.

Não é apenas importante saber quanto tempo o processo está a ter de paragem mas, também, atribuir motivos a essas paragens.

Existem inúmeros motivos que podem levar a uma paragem superior a 3 minutos. Seguidamente, apresenta-se a enumeração de alguns destes.

- Arrumação de embalagens/tampas;
- Ir buscar embalagens/tampas;
- Limpeza da área da máquina de enchimento;
- Troca e/ou limpeza da “boca” de enchimento;
- Mudança de filtro;
- Problemas de filtração;
- Abertura das válvulas do depósito;
- Transferência da mangueira de um depósito para o outro;
- Problemas nos robôs:
- Limpeza devido ao derrubamento de uma embalagem no robô;
- Palete presa no tapete de acesso ou no tapete final do robô;
- Manutenção do robô;
- Colocação de paletes no robô;
- Recorte de cartão para a colocação nas paletes de embalagens pequenas;
- Paragem do robô para colocação do cartão;
- Ajustar tapetes e máquina de enchimento para embalagens de um novo formato (regulação da máquina);

- Dar informação ao robô do novo formato;
- Assistência a um colega noutra máquina ou no robô;
- Reuniões não planeadas com o Chefe de Secção;
- Paragem para lanchar.

Caso alguma das paragens enunciadas anteriormente seja inferior a 3 minutos, é contabilizada como uma microparagem, o que implica uma redução do desempenho. As pequenas paragens mais usuais são:

- Colocação das embalagens/tampas junto à máquina;
- Colocação das embalagens vazias no tapete ou na tômbola;
- Verificação do fecho correcto das embalagens;
- Verificação de pesos das embalagens;
- Realização de pesagem para o relatório de pesagens;
- Ajeitar baldes no tapete da máquina de enchimento;
- Ir buscar material de limpeza (tecidos);
- Colocação de óleo no tapete e/ou na tômbola;
- Linha de abastecimento do robô cheia de embalagens.

Contudo, caso se trate de um colaborador com menos experiência, a colocação de tampas nas embalagens ou a colocação de tampas no dispositivo automático de tapamento podem causar pequenas paragens, que não se verificam num colaborador com prática.

É de salientar que o OEE não é um sistema de rastreio de avarias, mas apenas um sistema de detecção de perdas. Por isso, a variedade de perdas a considerar por equipamento, deve ser limitada (máximo 5 a 10) e deve ser simples, permitindo uma inequívoca e rápida identificação pelo colaborador e, numa posterior análise, permitir a avaliação primária da importância de cada perda [51,52].

Numa primeira fase, na lista de motivos das consolas distinguia-se os tempos de preparação dos tempos de finalização. Como os colaboradores não procedem, normalmente, à sua distinção e na hipótese de poder causar alguma confusão, os motivos de paragem foram reduzidos apenas para cinco.

Durante o período de estágio aumentou-se a lista para seis motivos com a adição de “Operação de Limpeza”. Este motivo surgiu das alterações efectuadas no *software* para o registo das operações de limpeza que ocorrem à segunda-feira de manhã e à sexta-feira e vésperas de feriados ao final do turno laboral.

Assim, neste momento a lista de motivos de paragem disponível na consola é constituída por:

- Operação de Preparação
- Problemas de Filtração
- Avaria/Manutenção robô
- Almoço/Pausa
- Outros
- Operação de Limpeza

4.4. “Sem Produção”

É necessário uma breve explicação do termo “Sem Produção”, pois será mencionado inúmeras vezes no decorrer do trabalho.

O *software* disponibiliza uma opção denominada por “Sem produção”. Esta opção existe para o caso de ser necessário trabalhar com uma consola e não existir a ordem de enchimento correspondente para selecção.

Quando se trabalha neste modo, o *software* contabiliza o tempo programado, o tempo de produção e as unidades produzidas. Como não tem informação da capacidade da embalagem nem da velocidade máxima de enchimento, não calcula as unidades teóricas. Consequentemente, não se obtém uma taxa de desempenho, nem de OEE, para o período de produção em causa.

No entanto, na realização de um relatório mensal é contabilizado o tempo programado, o tempo de produção e o número das unidades produzidas quando se trabalhou como “Sem Produção”. Contudo, como não há referência às unidades teóricas calculadas durante este período, o cálculo da taxa de Desempenho mensal utiliza as unidades produzidas referentes ao mês em questão sobre o número de unidades teóricas calculadas pelo *software*, aumentando, assim, a taxa de Desempenho e o valor de OEE, de uma forma errónea.

5. ERROS OBSERVADOS E SUGESTÕES DE CORRECÇÃO

Numa fase inicial do estágio procedeu-se à realização de registos manuais, 3 a 5 registos por máquina de enchimento, com o maior grau de fidedignidade possível, para utilizar como termo de comparação com os registos obtidos pelo *software*.

Durante esta fase e a fase posterior de análise e comparação, foram observados diferentes erros, tanto a nível de *software* como a nível interno na empresa. A nível interno verificou-se falhas humanas e técnicas.

Tendo em conta os erros verificados propôs-se várias alterações tanto a nível interno como a nível de *software*, para os relatórios obtidos terem o maior grau de fidedignidade possível.

5.1. Erros internos e respectivas sugestões de correcção

Os erros internos são os que se verificam dentro da empresa e que não necessitam da equipa técnica do *software*, da empresa Sysmaker, para serem resolvidos.

5.1.1. Falha humana

Os erros verificados nesta categoria, falha humana, são, maioritariamente, erros simples, mas que podem ser mais difíceis de serem resolvidos relativamente às falhas técnicas, pois dependem do factor humano.

Seguidamente enumerar-se-á a falha, com uma sugestão de correcção, a influência e o ponto de situação desta.

1. Encerramento e abertura da ordem de enchimento na altura incorrecta.

A maioria dos colaboradores não encerra a ordem de enchimento no momento correcto. Isto é, deve-se distinguir o tempo de finalização de um produto, do tempo de preparação do produto seguinte. Em suma, quando um colaborador finaliza a limpeza da área da máquina de enchimento deve fechar a ordem de enchimento, abrindo, seguidamente, a ordem nova. Só depois da abertura da nova ordem de enchimento é que o colaborador deve proceder às operações necessárias para o enchimento, como ir buscar embalagens, ajustar alturas da máquina, mudar a mangueira de depósito, etc.

Pretendido

✓ Distinguir os diferentes tempos de preparação relacionado com cada produto.

Influência

Esta falha não influencia a recolha dos dados necessários para o cálculo das diferentes taxas de OEE.

Apenas permitirá, numa análise de relatório, perceber onde o tempo de paragem é “gasto” em cada produto.

Ponto de situação

Depois de se elucidar da importância desta alteração, verificou-se que nem todos os colaboradores procedem deste modo.

2. Inexperiência do funcionamento da consola.

Como referido no **ponto 3.2.2.**, dois dos colaboradores apresentavam dificuldades no funcionamento da consola. Sempre que era necessário abrir uma ordem nova ou trabalhar na consola necessitavam da ajuda de um colega de outra máquina. A sua agilidade com as máquinas de enchimento é bastante inferior, relativamente, aos outros colaboradores que lidam diariamente com estas.

Pretendido

✓ Independência dos colaboradores no funcionamento da consola.

Influência

Quando os colaboradores necessitam da ajuda de um colega causam paragens na máquina vizinha. Diminuindo o tempo de produção.

Como a sua experiência no funcionamento da máquina é inferior, operam com uma velocidade menor à velocidade máxima de enchimento.

Ponto de situação

Procedeu-se a algumas explicações aos colaboradores que permitiram a sua independência no funcionamento da consola. No entanto, a sua agilidade nas máquinas continua a ser inferior à dos restantes colaboradores.

3. Esquecimento no fecho das ordens ou de colocar em pausa de produção no final do turno laboral.

Verificou-se alguns esquecimentos originando paragens superiores a mil minutos (fins-de-semana).

Pretendido

✓ O processo deve ser o mais automático possível. Enquanto tal não é possível, é necessário que os colaboradores se sintam responsabilizados e fechem as ordens no final do turno.

Influência

Como contabiliza tempos de paragem extremamente longos contabiliza tempos planeados de produção muito superiores aos reais.

Ponto de situação

Verificou-se alterações no comportamento de fecho de ordens ao final do turno dos colaboradores, mas não se encontra 100% corrigido.

4. Colocação das embalagens cheias depois do sensor.

Quando os colaboradores necessitam de verificar os pesos das embalagens na maioria das vezes colocam-nas depois do sensor.

Pretendido

- ✓ Colocar sempre as embalagens, depois da verificação de pesos, antes do sensor.

Influência

Quando as embalagens são colocadas depois do sensor não são contabilizadas, levando a uma taxa de desempenho inferior ao real.

Ponto de situação

Não se verificou alterações deste comportamento.

5. Funcionamento da máquina de enchimento depois da indicação de paragem.

Na finalização de um enchimento, quando restam poucas embalagens, caso a consola tenha indicado paragem, o colaborador não tem o hábito de colocar o motivo e só depois dar a indicação para as embalagens seguirem para o tapete de acesso ao robô, mas sim, dão o comando para enviar logo as embalagens.

Pretendido

✓ Colocar sempre o motivo de paragem e indicar que se continuará com o enchimento, mesmo que seja para a passagem de uma única embalagem.

Influência

Em alguns casos as embalagens não são contabilizadas pelo sensor, implica também, tempos de produção inferiores aos reais.

Ponto de situação

Verificou-se pequenas alterações no comportamento.

6. Por comodidade não abrem a ordem correcta e/ou trabalham como “Sem Produção”.

Por vezes, não alteram as ordens de enchimento e utilizam ordens de embalagens de 4L quando na realidade se estão a encher embalagens de 15L e vice-versa. Também se verifica em alguns casos trabalharem como “Sem Produção”.

Pretendido

✓ Trabalhar sempre com a ordem correcta.

Influência

Quando se trabalha com embalagens de capacidade superior às ordens inseridas na consola leva a taxas de desempenho muito reduzidas e quando se trabalha com embalagens de capacidade inferior às ordens inseridas na consola leva a taxas de desempenho superiores a 100%.

Ao trabalhar como “Sem Produção” não há o cálculo das embalagens teóricas, e consequentemente não há o cálculo das taxas de desempenho. Na realização de um relatório detalhado o número de embalagens teóricas é inferior ao número de embalagens produzidas levando a taxas de desempenho superiores a 100%.

Ponto de situação

Verifica-se por parte do colaborador uma preocupação por seleccionar a ordem correcta na consola.

7. Não se verifica a inserção de todas as ordens de enchimento no *software*.

Numa fase inicial não eram inseridas todas as ordens de enchimento no *software*, por falta de tempo, por esquecimento do responsável pela chefia da unidade de enchimento ou pela sua falta de sensibilização da importância da inserção das ordens.

Pretendido

✓ Proceder sempre à inserção das ordens de enchimento na consola.

Influência

Numa fase em que se incentiva os colaboradores a seleccionarem sempre as ordens de enchimento correctas, é necessário que estas se encontrem para selecção na consola.

Ponto de situação

Esta falha foi corrigida facilmente.

8. Troca das ordens de enchimento sem actualizar informação no *software*.

Esta falha não é recorrente, mas verificou-se a máquina 3 encher ordens da máquina 6, que não está ligada ao *software*, e a máquina 2 a encher ordens da máquina 3, sem alteração das ordens no *software*.

A troca de ordens não é a falha em si. Pois, numa empresa é uma situação comum ajustar a sua produção consoante a necessidade, o material e a mão-de-obra disponível. A falha deve-se ao facto de não se ter corrigido a informação contida no *software*.

Pretendido

✓ Proceder sempre à inserção das ordens de enchimento na consola.

Influência

Ao não se colocar as ordens correctas no *software* obrigará os colaboradores a seleccionar as ordens incorrectas ou a trabalhar como “Sem Produção”.

Ponto de situação

Depois de se alertar para a correcção desta falha, nunca mais se verificou.

5.1.2. Falha técnica

Os erros verificados nesta categoria são falhas técnicas que são facilmente resolvidos.

9. O sensor contabiliza embalagens a mais.

Verificou-se para todas as máquinas que o sensor regista um número de unidades produzidas superior ao real.

Pretendido

✓ Contabilizar o número correcto de unidades produzidas.

Influência

Ao registar um número de unidades superior a taxa de desempenho será muito superior à real.

Ponto de situação

Trocou-se o sensor que contabiliza as embalagens da máquina de enchimento 4, sendo necessário trocar os das restantes máquinas.

10. Os motivos de paragem da máquina 5 não coincidem com as restantes máquinas.

Os motivos de paragem da máquina 5 não correspondem aos das restantes máquinas, devido a uma actualização do *software* que não englobou a consola da máquina 5 por avarias técnicas.

Pode-se considerar um erro do *software*, contudo a actualização da lista não ocorreu por falha da própria empresa, sendo englobada na categoria de Erros Internos.

Pretendido

- ✓ Actualizar a lista de motivos da máquina 5.

Influência

Permitirá que a recolha da informação das paragens esteja agrupada em menores categorias, possibilitando uma verificação mais simples.

Ponto de situação

Esta falha já se encontra corrigida.

11. Não existem códigos de acesso para todos os colaboradores que acedem às máquinas de enchimento.

Os colaboradores não fixos responsáveis por trabalhar nas máquinas de enchimento não têm código de acesso pessoal às consolas. Necessitam de utilizar o número de um dos colegas.

Pretendido

- ✓ Todos os colaboradores que lidam com as consolas devem ter código de acesso.

Influência

Permitirá responsabilizar cada colaborador pelas suas acções no funcionamento com a máquina de enchimento.

Ponto de situação

Esta falha já se encontra corrigida.

12. As velocidades máximas teóricas de cada produto são muito distintas das velocidades máximas reais.

As velocidades padronizadas são muito diferentes das velocidades verificadas na realidade.

Pretendido

- ✓ Obter-se velocidades máximas para cada produto.

Influência

Com as velocidades padronizadas as taxas de desempenho não são reais, pois, podem ser superiores ou inferiores ao verificado.

Ponto de situação

Recolheu-se diversas velocidades máximas de enchimento para a relação produto-máquina. No entanto, é necessário recolher as restantes.

13. As balanças de controlo de enchimento da máquina 1 e 4 dão bastantes erros.

Por vezes é necessário reiniciar as balanças para registar o peso correctamente.

Pretendido

✓ O funcionamento correcto das balanças de modo a não alterar o normal funcionamento das máquinas de enchimento.

Influência

Ao causar diversas paragens, leva a uma diminuição do desempenho, no caso de microparagens, ou a diminuição da disponibilidade, no caso da redução do tempo de produção.

Ponto de situação

Procedeu-se à calibração das balanças.

5.1.3. Outras sugestões

Estas sugestões não influenciam directamente os indicadores de desempenho, mas a sua correcção permitirá maiores tempos de produção e consequentemente uma taxa de OEE superior.

14. Extensão do tapete de abastecimento das máquinas de enchimento 2, 4 e 5.

Uma das causas que diminui a velocidade de trabalho é a colocação de embalagens no tapete de abastecimento da máquina. Caso o tapete de abastecimento das máquinas referidas fosse mais longo permitiria reduzir o número de vezes em que se colocaria embalagens e conciliar a colocação de embalagens com a colocação de tampas.

15. Deve-se acordar com os fornecedores de modo a não existirem atrasos no abastecimento de matéria-prima.

Por falta de matérias-primas foi necessário alterar o planeamento da produção, obrigando a zona de enchimento parar por falta de produto.

16. Deve-se acordar com os fornecedores de modo a não existirem atrasos de material, como embalagens ou tampas.

Verificou-se diversas vezes alterações no planeamento de enchimento por falta de embalagens.

17. Evitar atrasos na rotulagem das embalagens.

Quando as embalagens necessárias para o enchimento não estão devidamente rotuladas causa uma espera por parte do colaborador ou uma mudança do planeamento.

18. Evitar que os robôs trabalhem para os dois tapetes de abastecimento.

Quando um dos robôs trabalha para os seus dois tapetes de acesso, tem de alterar o formato para abastecer do lado esquerdo, voltar a mudar para o lado direito e assim sucessivamente, levando a possíveis folgas nas borrachas e ao desalinhamento das coordenadas, fazendo com que as embalagens fiquem desalinhadas nas paletes e, assim, aumenta a probabilidade de queda de embalagens, quer pela colocação incorrecta na paleta, quer pelas folgas nas borrachas do robô.

Assim, sempre que possível o robô deve trabalhar apenas para um tapete de acesso.

19. Evitar o enchimento de embalagens de capacidade reduzida nas máquinas com recolha pelo robô.

A velocidade de enchimento de embalagens de menor capacidade é, naturalmente, superior às de maior capacidade. Como se enchem mais embalagens por minuto o robô não tem capacidade de acompanhar a velocidade enquanto organiza-as na paleta. Levando a paragens das máquinas por excesso de embalagens nos tapetes.

De modo a reduzir as paragens, a automatizar o processo e a obter valores superiores de Desempenho, as embalagens de pequeno formato, 0,75 L e 1 L, devem ser cheias na máquina de enchimento 6.

É de realçar, também, que as embalagens de 4 L com um formato rectangular não são recolhidas pelo robô e têm de ser colocadas manualmente na paleta.

20. Adicionar um colaborador na zona de enchimento.

Para maximizar os tempos de produção é necessário mais um colaborador na zona de enchimento. Este desempenharia diversas tarefas que permitiriam maiores tempos de enchimento, como:

- Colocar as embalagens dos produtos a encher ao lado das respectivas máquinas de enchimento.
- Recolher as tampas e embalagens dos produtos que já não são necessários.
- Na mudança para embalagens com diferente capacidade, é necessário preparar as máquinas e os tapetes. Durante este processo, um outro colaborador poderia ir

buscar o material necessário para o enchimento, evitando assim paragens longas.

- Cortar o cartão e colocar nas paletes quando necessário.
- Encher as panelas para o, posterior, enchimento.

5.2. Erros no *software* e respectivas sugestões de correcção

A correcção destes erros é fundamental para a obtenção de relatórios fidedignos. Contudo, a Tintas Robbialac S.A. e os seus colaboradores não têm um papel directo na correcção dos erros desta categoria. A empresa externa responsável pela correcção destas falhas é a Sysmaker.

21. Tempo de paragem indicado na consola incorrecto.

A consola indica paragem aos 3 minutos, contudo no ecrã da consola inicia a contagem aos 5 minutos.

Pretendido

- ✓ A contagem efectuada nas consolas deve iniciar-se aos 3 minutos.

Influência

Por leitura directa na consola os tempos de paragem são sempre superiores 2 minutos ao tempo real. No entanto, esta falha não influencia directamente a recolha dos dados para os indicadores de desempenho.

Ponto de situação

Esta falha já se encontra corrigida.

22. Nos relatórios existe o registo de tempos de produção que não se verificaram na realidade.

Quando o colaborador fecha uma ordem e abre uma nova, na consola, o *software* regista cerca de 3 minutos de tempo de produção. Contudo não há saída de unidades.

Pretendido

- ✓ Não deve ser contabilizado tempo de produção, na abertura de ordens novas.

Influência

Ao contabilizar tempo de produção na abertura de lotes, os tempos de produção são superiores aos reais.

Ponto de situação

Esta falha já se encontra corrigida.

23. O *software* regista pausas inferiores a 3 minutos.

Na realização de relatórios verificou-se registos de pausas inferiores a 3 minutos.

O *software* só regista tempos de paragem depois da indicação de paragem. Isto é, se a consola indica uma paragem de 5 minutos (ignorando o erro da indicação incorrecta do tempo de paragem), o *software* só regista 2 minutos de paragem. Não regista o tempo que a consola necessita para indicar paragem, os três minutos.

Pretendido

✓ Contabilizar o tempo correcto de paragem. Se a consola indica 6 minutos de paragem, deve contabilizar esse tempo para os relatórios.

Influência

Depois da correcção, os tempos de produção vão ser menores e o indicador de desempenho inferior, contudo, os resultados serão mais fidedignos.

Ponto de situação

Esta falha já se encontra corrigida.

24. No quadro de indicadores de desempenho, quando não se verifica produção numa das máquinas de enchimento, os indicadores dessa máquina não tomam o valor de zero.

Por vezes, uma máquina que não operou durante um dia inteiro tem a informação no quadro de indicadores de uma taxa de desempenho de 100% e as restantes taxas a 0% ou uma disponibilidade de 100% com os restantes indicadores a 0%.

O *software* foi programado para, caso a máquina não esteja a operar, a sua taxa de desempenho seja de 100% pois, significa que a máquina está 100% disponível para trabalhar.

Quando se verifica valores para a taxa de disponibilidade e as restantes a zero, verificou-se um erro no próprio *software*.

Pretendido

✓ Quando as máquinas não estão a operar todos os indicadores de OEE devem ser zero.

Influência

Ao alterar todos os indicadores para zero torna-se mais explícito o ponto de situação da produção.

Ponto de situação

Esta falha já se encontra corrigida.

25. Quando se inserem ordens no separador *Planear*, por vezes estas não aparecem na consola.

Depois de inseridas as ordens de enchimento no *software* muitas destas não aparecem como opção de selecção na consola. Quando tal se verificava, retirou-se a ordem e voltou-se a inserir, não estando de novo disponível. Este ponto causa um grande entrave ao processo de incentivo aos colaboradores para colocarem sempre a ordem de enchimento correcta.

Pretendido

✓ Todas as ordens devem estar disponíveis na consola.

Influência

Ao não se colocar as ordens correctas no *software* obrigará os colaboradores a seleccionar ordens incorrectas ou a trabalhar como “Sem Produção”.

Ponto de situação

Foi explicitado pelos técnicos como é que se deve proceder nesta situação, esta informação está contida no Manual de Utilizador em anexo.

26. Em alguns casos, depois de se apagar uma ordem no *software*, é possível trabalhar com essa mesma ordem na consola.

Caso o colaborador seleccione uma ordem já eliminada do *software*, a informação obtida é registada como “Sem Produção”.

Pretendido:

✓ Depois de se eliminar uma ordem do *software*, não deve ser possível seleccioná-la na consola, deve aparecer uma mensagem para o colaborador colocar uma nova ordem.

Influência

Ao aparecerem ordens eliminadas na consola causam listas enormes de opções, desmotivando o colaborador na procura da ordem correcta. Pode-se verificar, também, para o mesmo produto duas ordens de enchimento distintas.

Ponto de situação

Foi explicitado pelos técnicos como é que se deve proceder nesta situação, esta informação está contida no Manual de Utilizador em anexo.

27. O método de eliminar as ordens já fechadas é muito trabalhoso.

Numa empresa, onde tempo é dinheiro, o simples facto de eliminar uma ordem já fechada é um trabalho muito moroso e demorado.

Pretendido

✓ Depois das ordens fechadas na consola, devem ser eliminadas automaticamente do *software*, de modo a evitar a etapa de eliminação.

Influência

O processo tornar-se-á mais automático e facilitará o trabalho relacionado, directamente, com o *software*.

Ponto de situação

Esta falha ainda não está corrigida.

28. Tempo planeado de produção superior às 7h45 estipuladas.

Verificou-se em muitos relatórios que o tempo planeado de produção não tem um valor fixo, sendo muitas vezes superior ao horário dos turnos de trabalho.

Pretendido

✓ O tempo de produção deve ser sempre a 7 horas e 45 minutos.

Influência

Os tempos programados registados pelo *software* são por vezes muito elevados originando taxas de disponibilidade reduzidas ou inferiores às reais levando a taxas de disponibilidade superiores às reais.

Ponto de situação

Esta falha ainda não está corrigida.

29. As horas das consolas não estão de acordo entre si, nem com as horas do sistema.

Algumas consolas têm as horas adiantadas, outras atrasadas em relação à hora do próprio sistema.

Pretendido

✓ Todas as consolas devem ter as horas de acordo com as horas do *software*.

Influência

O *software* não utiliza as horas da consola para recolher a informação, a correcção deste erro não vai melhorar a recolha dos dados, nem a informação dos relatórios, vai, apenas e unicamente, permitir que os colaboradores guiem-se pelas horas da consola.

Ponto de situação

Esta falha já se encontra corrigida.

30. Quando a consola está a trabalhar como “Sem Produção” não calcula unidades teóricas.

No modo “Sem Produção” o *software* não calcula o número de unidades teóricas, contudo regista o tempo de produção e as unidades produzidas para os relatórios gerais. Por este motivo, quando se realiza um relatório mensal a taxa de desempenho é superior à real.

Pretendido 1

✓ O ideal seria, quando se trabalha como “Sem Produção”, o *software* deve calcular o número de unidades teóricas como sendo igual ao número de unidades produzidas.

Influência

Obter-se-ia sempre um desempenho de 100%.

Devido à dificuldade técnica de criar uma excepção nas ordens de enchimento, que, possivelmente, sofreria alterações sempre que se procedesse a alterações no restante *software*, sugeriu-se outra opção (Pretendido 2).

Pretendido 2:

✓ Eliminação da hipótese de trabalhar como “Sem Produção”, obrigando sempre a seleccionar uma ordem na consola. Com a eliminação do estado “Sem Produção” os colaboradores são obrigados a seleccionar uma ordem para trabalhar.

Influência

Permitirá que seja calculado sempre o número de unidades teóricas correspondente, a taxa de desempenho real e, consequentemente, a taxa de OEE real. Fará, também, com que o hábito dos colaboradores de trabalhar como “Sem Produção” seja eliminado.

Ponto de situação

A segunda hipótese apresentada encontra-se em vigor.

31. Num dos relatórios mensais verificou-se a produção superior a 2000 unidades no regime “Fora de turno”.

No relatório do mês de Janeiro o *software* indica a produção de 2174 unidades no turno nocturno.

É de salientar que não se realizou turnos extraordinários durante este período.

Pretendido:

✓ As unidades produzidas devem ser registadas no turno correcto.

Influência

Não se constatou nenhuma causa para o sucedido. Quando contabilizar as unidades produzidas no turno correcto, as taxas de desempenho diárias serão mais elevadas.

Ponto de situação

Os técnicos não verificaram um motivo para o sucedido. Assim, não se agiu directamente sobre esta falha.

32. Na realização de um relatório geral, verificou-se tempos planeados de produção, num intervalo de uma hora, superiores às 4 horas teóricas.

Esta falha será talvez a mais difícil de explicitar. Na realização de um relatório mensal com todas as máquinas de enchimento, nos intervalos de uma hora (por exemplo das 8h00 às 9h00) o tempo programado deve ser de 4 horas, pois considera-se apenas 4 máquinas.

Contudo o *software* não tem a informação de serem apenas 4 máquinas, considera 5. Segundo o técnico é uma alteração difícil de realizar visto que é preciso intercalar entre a máquina 1 e a máquina 5.

Pretendido:

✓ Contabilizar tempos planeados de produção para apenas 4 máquinas.

Influência

Os tempos de programação de produção serão os correctos e não superiores ao que se constata diversas vezes.

Ponto de situação

Esta falha ainda não está corrigida.

33. O *software* regista tempos de produção sem se verificarem saída de unidades e fora do horário do turno de trabalho.

Os técnicos consideram que tal se verificou pelas consolas terem sido desligadas sem terem

indicado paragem ou se ter fechado a ordem.

Pretendido:

- ✓ Registrar tempos de produção apenas quando se verifica produção de unidades.

Influência

Os tempos de produção observados são superiores aos reais, assim, depois da correcção as taxas de disponibilidade diminuirão.

Ponto de situação

A correcção desta falha depende das acções dos colaboradores.

34. As unidades adicionadas, durante as paragens, por vezes não são contabilizadas para o tempo de produção anterior.

O facto de não contabilizar as embalagens durante uma paragem não é a verdadeira falha. O erro neste caso é que não se verifica sempre o mesmo comportamento. Por vezes as embalagens são contabilizadas para o momento de produção anterior, noutros momentos não são.

Esta falha engloba a falha humana, pois, esta situação só se verifica quando não se informa a consola que se irá prosseguir com o enchimento.

Pretendido:

- ✓ Contabilizar sempre as embalagens.

Influência

O facto de não contabilizar as unidades leva a um número de embalagens produzidas inferior ao real, diminuindo a taxa de desempenho.

Ponto de situação

Esta falha ainda não está corrigida.

35. Os valores dos indicadores de desempenho presentes no ecrã da unidade de enchimento por vezes não coincidem com o relatório gerado até àquele exacto momento.

Verificou-se que uma das máquinas de enchimento estava a operar com uma velocidade de enchimento elevada, que implicaria uma taxa de desempenho alta. No entanto, a informação contida no quadro de indicadores era que a taxa de desempenho tomava um valor baixo, para se confirmar a informação, gerou-se um relatório detalhado e verificou-se que a informação contida em ambos não coincidia.

Esta falha verificou-se porque o método de cálculo dos indicadores do quadro no relatório era distinta.

Pretendido:

✓ O valor presente no ecrã deve ser o mais real possível.

Influência

Se os resultados presentes no quadro não forem reais, os colaboradores não conseguem acompanhar o estado de evolução do seu trabalho.

Ponto de situação

Durante a fase final de estágio os técnicos procederam à sua correcção, contudo não foi possível proceder à verificação.

36. O software não gera *Relatórios de Pesagem* para as máquinas 1, 4 e 5.

Durante a implementação do processo, não foi possível proceder à ligação da máquina 1 para a obtenção de relatórios de pesagem.

Pretendido:

✓ Obtenção relatórios de pesagem para todas as máquinas.

Influência

A informação obtida não permite uma análise para todas as máquinas.

Ponto de situação

Esta falha ainda não está corrigida.

37. Os *Relatórios de Pesagem* obtidos das máquinas 2 e 3 não são completos.

Estes relatórios não possuem a informação das pesagens relativamente a todos os produtos cheios nessa mesma máquina, só possui a informação de alguns dos produtos.

Pretendido:

✓ Obtenção de relatórios de pesagem para todos os produtos cheios nas máquinas.

Influência

A informação obtida é incompleta e não permite uma análise detalhada das pesagens.

Ponto de situação

Esta falha ainda não está corrigida.

38. O separador *Produção* não cumpre a sua função de dar o número de unidades produzidas por momentos de produção.

Como o separador não fornece esta informação torna-se inútil o seu papel no *software*.

Pretendido:

✓ No *software* InTouch, o separador *Áreas* → *Utilização* deve mostrar as unidades produzidas por momento de produção.

Influência

Permite um controlo directo e mais eficaz.

Ponto de situação

Os técnicos indicaram que esta correcção não é possível.

39. O *software* tem a informação de que se realizam diariamente dois turnos de trabalho.

Como referido no **ponto 3.2.2.** (Equipa de Trabalho), durante os meses de Verão verificam-se dois turnos de trabalho, contudo trata-se de uma excepção.

Pretendido:

✓ O *software* deve ter apenas informação da realização de um turno de trabalho diário. Quando se realizarem turnos extras será dada essa informação ao *software*.

Influência

Com a informação no *software* da existência de dois turnos não é possível adicionar turnos extra.

Ponto de situação

Esta falha já se encontra corrigida.

40. O separador *Áreas* → *Gráfico* permite apenas realizar gráficos de produção para as últimas 12 horas.

Pretendido:

✓ Poder seleccionar o período desejado de análise.

Influência

Permite obter a informação de uma forma mais esquemática.

Ponto de situação

Esta falha ainda não está corrigida.

5.2.1. Outras sugestões

Estas sugestões de alteração ou de implementação surgem, não pelo facto da detecção directa de um erro, mas sim, por consolidarem o método de recolha de informação do *software*, de modo a tornar-se mais prático.

41. Criar nos relatórios uma nova coluna com as unidades equivalentes, isto é, o número de litro e o número de quilograma correspondente ao número de unidades.

Permite, assim, analisar a quantidade de litro e/ou quilograma cheios numa hora, num dia ou num mês.

Ponto de situação

Esta sugestão já está implementada.

42. Criar na consola uma opção para turnos extras.

Por exemplo das 17h às 19h, das 17h às 20h e das 17h às 24h. Contudo, deve haver flexibilidade no horário dos turnos extras.

43. Criar uma opção para não contabilizar o tempo programado num dia de limpezas, de ponte, feriados ou férias.

O primeiro dia útil de cada mês é utilizado para limpeza.

Ponto de situação

Teoricamente, a opção **42** e **43** já existe no *software*, (apenas no *software*, na consola não existe essa opção). No entanto, quando se cria uma excepção, como um dia de limpeza, onde não se verifica produção, é impossível eliminar a excepção. Caso se verifique algum engano na duração da excepção, ou na máquina em questão, não é possível alterar essa informação.

44. Tornar o processo de adição de excepções, como turnos extras ou dias de limpeza, no *software*, simples e acessível.

Ponto de situação

Esta falha ainda não está corrigida.

45. Nos relatórios criados pelo *software* deve aparecer a velocidade considerada para os cálculos e o colaborador responsável pela máquina de enchimento.

Assim, com a informação do colaborador responsável pelo enchimento, caso se verifique alguma anomalia num relatório permite a quem o analisa dirigir-se directamente ao responsável.

É possível obter-se uma taxa de desempenho elevada com um número reduzido de embalagens, pois a sua velocidade de enchimento máxima é reduzida. Com a informação da velocidade máxima de enchimento no relatório, permite perceber se o número de unidades total é satisfatório ou não.

Ponto de situação

Apenas foi possível implementar metade desta sugestão. Não é possível que o número de colaborador apareça nos relatórios. No entanto, as velocidades máximas de enchimento já surgem nos relatórios.

46. No relatório “Sumário de Eventos de produção” deve-se criar a opção de organizar por ordem cronológica e não apenas por evento.

Esta alteração permite uma análise do número de eventos realizados e a duração destes, poder-se-á efectuar uma análise cronológica dos eventos.

Ponto de situação

Criou-se um novo relatório em que a informação é organizada cronologicamente.

47. Criar um novo relatório com a junção da informação obtida no relatório *Detalhes de OEE* e no relatório *Sumário de Eventos de produção*.

Em anexo, encontra-se o relatório modelo que engloba toda a informação útil possível de retirar da zona de enchimento.

Ponto de situação

Esta falha já está corrigida.

48. Os tempos programados de produção à segunda e à sexta-feira ou vésperas de feriados devem ser diferenciados dos restantes dias.

Durante o período de estágio foi implementado uma nova política de limpezas. Nas vésperas de fins-de-semana e/ou de feriados deve-se proceder a limpezas programadas de todas as máquinas de modo a evitar contaminações. Assim, à sexta-feira ou véspera de feriados procede-se ao descarregamento das máquinas de enchimento, seguido da colocação da solução 0,2% DB20 nos depósitos. A etapa está programada para demorar sensivelmente 45 minutos.

À segunda-feira ou o dia seguinte ao feriado, procede-se à remoção do produto, À restante limpeza do depósito e à preparação para o enchimento, esta etapa demora cerca de 1 hora.

Como se pode calcular, a duração destas etapas pode-se estender durante períodos mais longos. Mas o tempo razoável é de 45 minutos, ao final do dia, na colocação do produto e 1 hora na limpeza, da parte da manhã.

Assim, o período laboral à sexta-feira e vésperas de feriado iniciará às 8h00 e terminará às 16h15, incluindo as pausas já programadas. Enquanto que à segunda-feira iniciará às 9h00 e terminará às 17h00.

Ponto de situação

Os técnicos não procederam à implementação desta sugestão de modo a funcionar automaticamente. Criaram um novo motivo de paragem na consola em que o tempo relativo a esta paragem não é contabilizado como tempo planeado de produção. No entanto, os colaboradores não seleccionam este motivo no final do turno, à sexta-feira, e caso demorem mais do que estimado este tempo continua a não ser contabilizado.

6. PROCEDIMENTOS NECESSÁRIOS DURANTE AS CORRECÇÕES EFECTUADAS PELOS TÉCNICOS DO SOFTWARE

Para as alterações desejadas serem efectuadas de modo a proporcionar os melhores interesses para a Tintas Robbialac S.A. foram realizadas várias reuniões com os técnicos e vários ajustes.

Como referido no ponto **22** sempre que se procedia à utilização da consola para abertura e fecho de ordens de enchimento, o *software* registava como período de produção. Com a correcção desta falha ficou definido também que, sempre que um colaborador seleccionasse um motivo de paragem na consola, o tempo de produção só começava a ser registado no momento em que a primeira unidade fosse contabilizada pelo sensor.

Com esta alteração é necessário definir o “estado” para o tempo entre a inserção de uma ordem ou de um motivo de paragem até ao momento em que é produzida a primeira unidade. Foram apresentadas pela Sysmaker várias hipóteses de registo.

Numa primeira hipótese o tempo seria registado num novo estado, que teria de ser criado e definido, não correspondendo nem a tempo de produção, registado no *software* como *RunTime*, nem a tempo de paragem, registado como *DownTime*.

A segunda hipótese era o tempo ser registado na componente de *DownTime* com o motivo de “Operação de Preparação” já existente no *software*.

Existindo uma terceira hipótese em que este período seria registado como *DownTime* numa nova causa a ser definida.

Como o objectivo dos relatórios é serem simples e de fácil leitura optou-se por este intervalo de tempo ser registado como “Operação de Preparação”. É de salientar que todas as operações necessárias para a produção da primeira unidade tratam-se, na realidade, de operações de preparação.

Relativamente ao ponto **41**, criação de duas colunas com as unidades equivalentes de cada enchimento, é necessário identificar o formato da embalagem. Cada produto tem um número de identificação (ID), constituído por 10 algarismos ou por uma letra seguida de 9 algarismos. Os três últimos algarismos correspondem ao formato da embalagem. Assim, é necessário recorrer ao ID do produto e identificar, a partir dos três últimos algarismos, a quantidade de produto que se encontra na embalagem.

Na tabela seguinte encontram-se alguns exemplos simplistas dos formatos gerais.

Tabela 6.1: Descrição dos formatos das embalagens através dos três últimos algarismos.

Três últimos algarismos	Descodificação	Descrição
001	001	1 L/1 kg
003	003	3 L/3 kg
004	004	4 L
005	005	5 L/5 kg
010	010	10 L/10 kg
015	015	15 L
020	020	20 L/20 kg
025	025	25 L/25 kg
112	1/2	0,5 L/0,5 kg
114	1/4	0,25 L/0,25 kg
200	200	200 L
205	2,5	2,5 L/2,5 kg
314	3/4	0,75 L

Pela análise da tabela anterior, verifica-se que se utiliza o mesmo código para litro e quilograma. Como o *software* não tem a capacidade de proceder a esta distinção, realizou-se uma lista detalhada com todos os produtos e a respectiva capacidade da embalagem para ceder à Sysmaker. Com esta lista, o *software* tem a informação necessária para distinguir os tipos de enchimento.

7. VELOCIDADES DE ENCHIMENTO

Durante a primeira fase do estágio, como já referido, realizou-se relatórios com os registos manuais para comparar com os relatórios obtidos pelo *software*. Nesta fase, verificou-se que as velocidades utilizadas pelo *software* nem sempre correspondiam às velocidades máximas teóricas que tinham sido fornecidas inicialmente.

Nas embalagens de 0,75 L a velocidade máxima teórica é de 21 embalagens por minuto. Durante a análise das velocidades máximas inseridas no *software* verificou-se valores discrepantes, desde 1 embalagem por minuto a 23 embalagens por minuto, visível na **Tabela 7.1.**, sendo os produtos em embalagens de 5 L a possuírem o maior número de velocidades distintas na sua caracterização.

Tabela 7.1: Velocidade máxima retirada do *software* para as diferentes embalagens.

	Capacidade da embalagem (L)						
	0,75	1	4	5	10	15	20
Velocidades máximas teóricas (emb/min)	21	18	15	14	10	8	7
Velocidades máximas verificadas no software (emb/min)	1	1	8	1	8	3	3
	15	10	10	2	10	4	4
	16	11	11	6		5	5
	17	15	12	7		6	6
	18	16	13	8		7	7
	19	17	14	9		8	10
	20	18	15	10		10	
	21	19	16	11		15	
	22	20	17	12		16	
	23		18	13			
			19	14			
			15				
			16				
		17					
				18			

Procedeu-se à correcção destes valores para os valores máximos teóricos cedidos inicialmente. Com esta alteração, na realização de relatórios manuais, o valor das velocidades máximas de enchimento utilizado pelo *software* para o cálculo do número de embalagens teóricas e, conseqüentemente, para o cálculo do desempenho utilizavam a mesma base de cálculo, tornando a sua comparação admissível e possibilitando um estudo mais exaustivo.

Contudo, esta alteração impossibilitou uma comparação posterior dos valores de velocidades máximas recolhidos com os valores já inseridos no *software*.

7.1. Recolha de velocidades

O objectivo da análise dos indicadores de OEE é maximizá-los, mas não se deve colocar um valor da velocidade máxima inferior ao valor real, de modo a se obter um OEE mais elevado. É de salientar que, o objectivo do OEE não é atingir o valor máximo, 100%, é proceder a uma verificação do seu valor actual e conseguir melhorá-lo para um valor próximo da situação ideal. Caso o valor da velocidade seja muito baixo, poderá fazer com que se verifiquem taxas de desempenho superiores a 100%. Em situação de dúvida, relativamente à velocidade máxima inserida no *software*, deve-se colocar sempre o valor mais alto.

Devido ao elevado número de produtos cheios nas diferentes máquinas e às suas características distintas, o método mais correcto para a obtenção da velocidade máxima de cada produto é através do método *Standard*, **ponto 2.8.2**.

Para proceder à recolha das velocidades máximas de enchimento utilizou-se um cronómetro e nos momentos em que a máquina operava sem interrupção registou-se o número de unidades à saída e a duração desses intervalos. Para cada produto realizou-se diversas medições, de quatro a dez. O valor escolhido para velocidade máxima de cada produto corresponde ao valor mais elevado registado. É de salientar, também, que se teve em conta a disparidade dos registos, caso numa das medições, a velocidade registada fosse demasiado elevada em relação às restantes procedeu-se a novas medições.

Recolheram-se dados de modo a se obter 144 velocidades de enchimento máximas. Seguidamente, corrigiu-se as velocidades já inseridas do *software* para as velocidades máximas recolhidas.

7.2. Comparação das velocidades de enchimento

É de salientar que não se procedeu à recolha das velocidades máximas de enchimento para a máquina 5 pois, devido ao planeamento, não houve necessidade de operar com a máquina, durante o período de recolha de velocidades. Assim, registou-se apenas as velocidades das restantes máquinas.

7.2.1. Embalagens de 15 L

No gráfico seguinte estão presentes as diferentes velocidades máximas registadas para cada máquina para embalagens de 15 L.

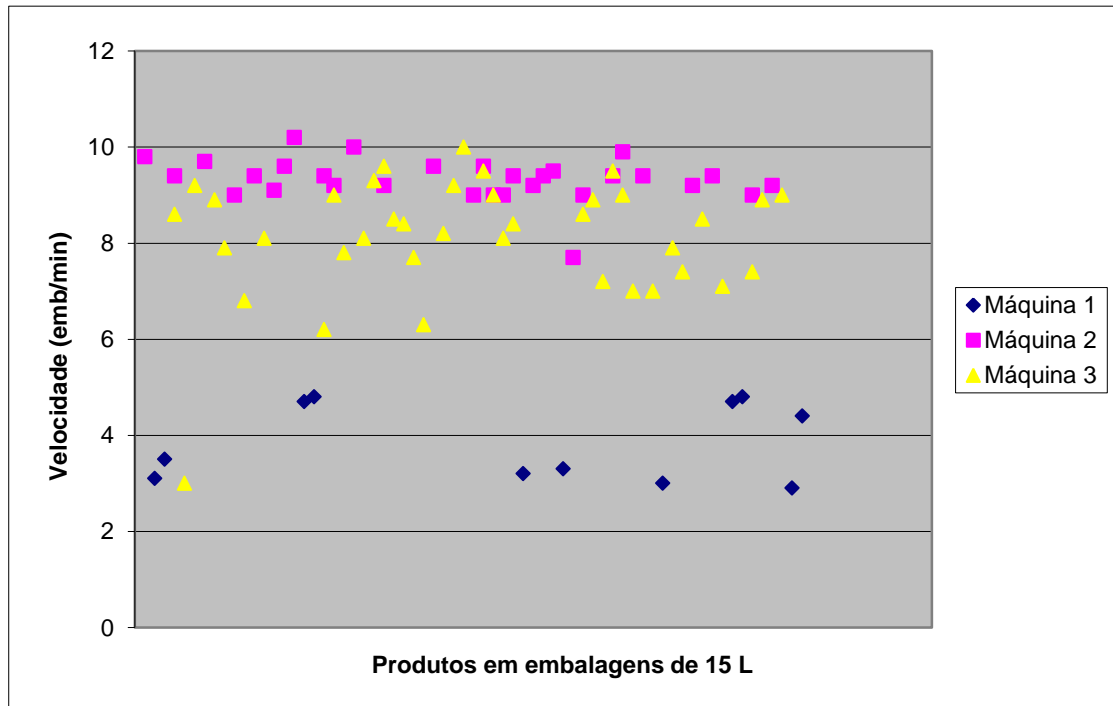


Figura 7.1: Velocidade de enchimento para produtos em embalagens de 15 L.

Como se pode observar pelo gráfico, obteve-se uma nuvem de pontos, salientando a importância da recolha individual das velocidades.

A máquina 2 apresenta as velocidades mais elevadas, enquanto que, a máquina 1 as mais reduzidas. Não se pode comparar directamente as velocidades recolhidas entre ambas as máquinas pois, o tipo de tintas a encher são distintas.

Entre a máquina 2 e 3, a máquina 2 apresenta maioritariamente as velocidades mais elevadas.

A média e o desvio-padrão das velocidades de enchimento dos diferentes produtos em embalagens de 15 L para cada máquina estão presentes na tabela seguinte.

Tabela 7.2: Média e desvio-padrão das velocidades de enchimento de produtos em embalagens de 15 L.

	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
Média (emb/min)	3,85 ± 0,81	9,33 ± 0,44	8,14 ± 1,27

Pela análise da tabela anterior, verifica-se, que nas embalagens de 15 L a diferença de velocidades médias entre a máquina 2 e máquina 3 é reduzida sendo superior na máquina 2.

7.2.2. Embalagens de 5 L

No gráfico seguinte estão presentes as diferentes velocidades máximas registadas para cada máquina para embalagens de 5 L.

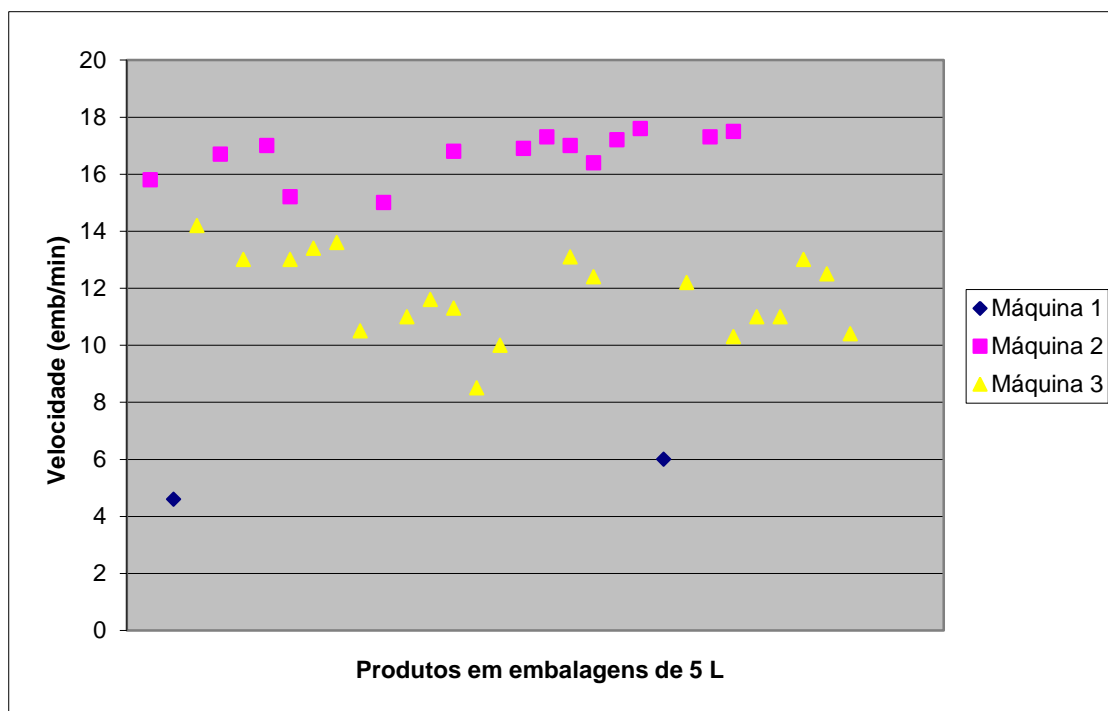


Figura 7.2: Velocidade de enchimento para produtos em embalagens de 5 L.

O número de velocidades recolhido para produtos em embalagens de 5 L, é bastante inferior aos produtos em embalagens de 15 L. Assim, o impacto causado pela observação directa do gráfico é menor. No entanto, constata-se que as velocidades de enchimento da máquina 2 são muito superiores às da máquina 3.

A média e o desvio-padrão das velocidades de enchimento dos produtos em embalagens de 5 L para cada máquina estão presentes na tabela seguinte.

Tabela 7.3: Média e desvio-padrão da velocidade de enchimento para produtos em embalagens de 5 L.

	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
Média (emb/min)	5,30 ± 0,99	16,69 ± 0,82	11,80 ± 1,47

A diferença da média de velocidades máximas entre a máquina 2 e 3 é de cerca de 5 embalagens por minuto, sendo uma diferença muito elevada.

7.2.3. Embalagens de 4 L

No gráfico seguinte estão presentes as diferentes velocidades máximas registadas para cada máquina para produtos em embalagens de 4 L.

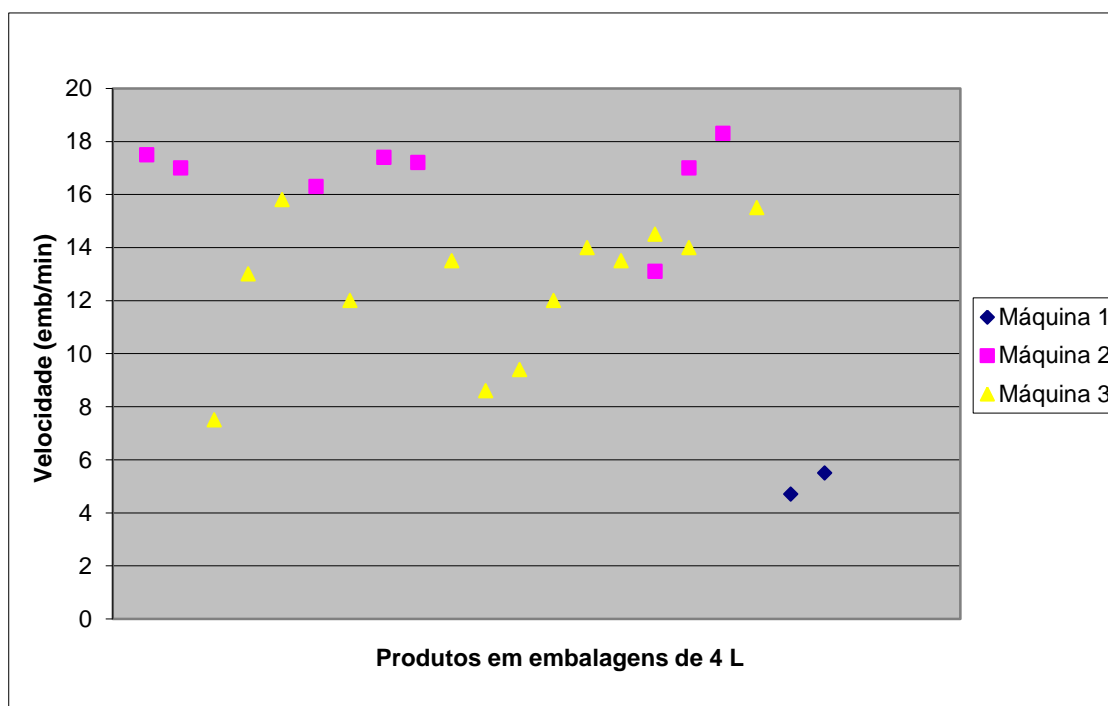


Figura 7.3: Velocidade de enchimento para produtos em embalagens de 4 L.

Repetidamente, o número de velocidades recolhido para produtos em embalagens de 4 L, é inferior aos de 15 L.

Além da existência de um reduzido número de velocidades medidas para comparação, conclui-se que as da máquina 3 são muito inferiores às da máquina 2.

A média e o desvio-padrão das velocidades de enchimento dos produtos em embalagens de 4 L de cada máquina estão presentes na tabela seguinte.

Tabela 7.4: Média e desvio-padrão da velocidade de enchimento de produtos em embalagens de 4 L.

	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
Média (emb/min)	5,10 ± 0,57	16,73 ± 1,57	12,56 ± 2,60

Pela análise da tabela anterior, verifica-se, que a máquina 3 apresenta maiores diferenças nas velocidades entre si, tem um desvio-padrão superior. Um desvio-padrão elevado significa que os dados estão espalhados por uma gama de valores.

7.2.4. Embalagens de 25 kg

Os produtos em embalagens de 25 kg são cheios na máquina de enchimento 4. Tratam-se de produtos com densidades muito elevadas. O sistema de enchimento é a gravimetria e as velocidades recolhidas são reduzidas. Apenas há o registo de velocidades de enchimento para cinco produtos.

Tabela 7.5: Média e desvio-padrão da velocidade de enchimento de produtos em embalagens de 25 kg.

	Máquina 4
Média (emb/ min)	3,48 ± 1,45

7.2.5. Comparação

Na figura seguinte apresenta-se uma comparação directa entre as velocidades obtidas para o mesmo produto, na máquina 2 e na máquina 3, a amarelo estão as velocidades teóricas cedidas inicialmente.

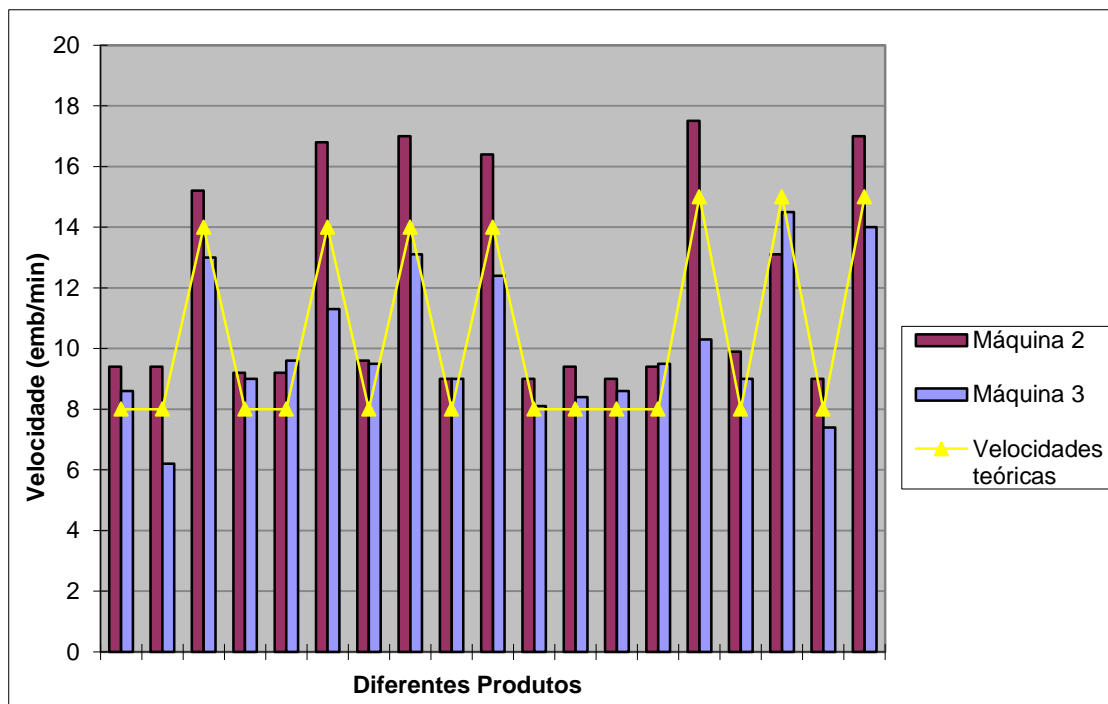


Figura 7.4: Comparação entre as velocidades obtidas em duas máquinas para os mesmos produtos.

Como já tinha sido referido, as velocidades de enchimento da máquina 2 são superiores às velocidades de enchimento da máquina 3. A maior diferença verifica-se nas embalagens de menor volume. A importância deste gráfico, é a comparação directa dos mesmos produtos.

Constata-se, também, que as velocidades recolhidas são muito distintas das velocidades máximas teóricas.

Além da máquina 2 encher principalmente bases, pela comparação directa das velocidades de enchimentos para os mesmos produtos, em ambas as máquinas, é observável que a máquina 2 tem uma velocidade de enchimento superior à máquina 3.

De modo a otimizar o enchimento e permitir um maior volume de produto à saída, durante o planeamento de enchimento, sempre que haja flexibilidade na escolha das máquinas, deve-se optar por realizar os enchimentos na máquina 2.

8. ANÁLISE DAS PARAGENS

Uma significativa parte do tempo em que os equipamentos deveriam estar a funcionar, estes estão parados ou a funcionar em condições que não permitem produzir à velocidade máxima teórica. O impacto negativo das paragens na produtividade e nos custos é enorme e, frequentemente, é esta situação que está na origem da falta de cumprimento dos prazos de entrega ou nas rupturas de *stock* nos armazéns.

Por estas razões, a identificação das perdas, para a sua posterior eliminação ou redução, é a actividade mais importante no processo de cálculo do OEE para uma empresa.

A produção de alguns produtos implica paragens. Por exemplo, um produto armazenado numa embalagem de 20 L metálica necessita de ser fechado manualmente. A produção deste produto, exige dois colaboradores na mesma linha de enchimento, um na máquina de enchimento, no controlo, colocação de embalagens vazias e colocação de tampas, e outro, no final da linha de enchimento, no fecho manual das tampas através do uso de um tampador manual. Assim, é necessário que uma das máquinas de enchimento pare para esse colaborador proceder ao fecho das embalagens ou é necessário requisitar um colaborador de outra área.

O enchimento de um outro produto, armazenado em embalagens rectangulares com capacidade de 10 L, necessita de três colaboradores no seu acompanhamento. Um para colocar as embalagens na máquina, outro para colocar as tampas e proceder ao controlo e um terceiro, para organizar as embalagens no tapete de acesso ao robô. Como as embalagens são rectangulares é necessário colocá-las todas na mesma posição para o robô as recolher. Mais uma vez é necessário parar alguma das máquinas ou requisitar colaboradores de outras secções.

A maioria das pequenas paragens é causada pelo robô. Um dos casos principais é durante o período de envio de uma paleta cheia para a expedição e a recepção de uma paleta vazia. A outra situação deve-se na recolha de embalagens. Como o robô não consegue recolher as embalagens à mesma velocidade a que estas são produzidas acumulam-se embalagens no tapete de acesso ao robô levando à sua paragem, que por sua vez pára o funcionamento da máquina de enchimento.

Na máquina 1, enchimento de produtos texturados, o processo de filtração é lento e trabalhoso, originando elevadas paragens e microparagens (inferiores a 3 minutos). Estas paragens causam taxas de Desempenho e de Disponibilidade inferiores às das restantes máquinas. Para aumentar os valores dos indicadores da máquina 1 o processo de enchimento deve ser auxiliado por um segundo colaborador.

Durante o período de estágio procedeu-se ao registo da duração das paragens e das pequenas paragens, como resultado destes registos surge a **Tabela 8.1** e a **Tabela 8.2**.

Na **Tabela 8.1** encontram-se discriminadas as pequenas paragens mais usuais e o seu intervalo de tempo médio de duração. É de salientar que este período de tempo corresponde às durações médias podendo ser superiores ou inferiores. Caso algum destes períodos seja

superior a 3 minutos é registado no *software* como uma paragem não planeada.

Tabela 8.1: Pequenas paragens mais comuns e o seu tempo médio de duração.

Paragens	Tempo (segundos)
Ir buscar material de limpeza (tecidos)	20 – 60
Colocação das embalagens junto do colaborador	20 – 40
Colocação das tampas junto do colaborador	15 – 40
Colocação de óleo no tapete e na tômbola	15 – 40
Ajeitar baldes no tapete de abastecimento da máquina de enchimento	5 – 10
Colocação das embalagens vazias no tapete ou na tômbola	20 – 60
Reiniciar a balança da máquina 1	10 – 40
Linha de abastecimento do robô cheia de embalagens	30 – 120
Verificação do peso das embalagens	60 – 120
Verificação do fecho correcto das embalagens	20 – 40
Colocação de tampas nas embalagens	3 – 10
Colocação de tampas no dispositivo automático de tapamento	5 – 40

Na tabela seguinte estão as paragens não planeadas mais comuns e o seu tempo médio de duração.

Tabela 8.2: Paragens não planeadas mais comuns e o seu tempo médio de duração.

Paragens	Tempo (minutos)
Arrumação de embalagens/tampas depois do enchimento	10 – 20
Ir buscar embalagens/tampas	10 – 25
Limpeza da área da máquina de enchimento	1 – 15
Troca e/ou limpeza da “boca” de enchimento	1 – 5
Mudança de filtro	5 – 30
Transferência da mangueira de um depósito para o outro	3 – 10
Limpeza devido ao derrubamento de uma embalagem no robô	15 – 20
Retirar paleta presa no tapete de acesso ou no tapete final do robô	Variável
Manutenção do robô	Variável
Colocação de paletes no robô (necessário ir buscar o empilhador e colocar paletes)	10 – 20
Recorte de cartão para a colocação nas paletes de embalagens pequenas	1 – 4
Paragem do robô para colocação do cartão	2 – 7
Ajustar tapetes e máquina de enchimento para embalagens de um novo formato (regulação da máquina)	5 – 10
Dar informação ao robô do novo formato	2 – 6
Fechar válvula do depósito	1 – 2
Abrir válvula do depósito	1 – 2
Retirar a tinta em excesso do filtro	2 – 5
Retirar o filtro e colocar um novo	3 – 7
Lavar filtro, colocar de novo, abrir válvula	10 – 30
Assistência a um colega noutra máquina ou no robô	Variável
Lavagem do tanque	30 – 60
Lavagem do tanque de abastecimento da máquina	20 – 40
Reuniões não planeadas com o chefe de secção	5 – 20

Na tabela anterior não se encontram as paragens de limpeza de segunda-feira e vésperas de feriados ou fins-de-semana, pois são paragens planeadas.

Relativamente às paragens em que a duração está descrita como variável deve-se ao facto de não existir um padrão nos dados recolhidos. Por exemplo, a manutenção do robô tem registos

de várias horas, para um só evento, como de 10 a 15 minutos, dependendo da situação concreta.

Outro ponto importante a sublinhar é que a paragem não planeada causada pela colocação de paletes para abastecer o robô embora estas se verifiquem reduzidas vezes, visto que, normalmente é realizado por um colaborador que se encontre na zona de expedição.

Como já referido, os motivos de paragens, como opção de selecção, na consola são:

- Operação de Preparação
- Problemas de Filtração
- Avaria/Manutenção robô
- Almoço/Pausa
- Outros

Assim, na realização de um relatório não é possível verificar qual foi o motivo de paragem em concreto que causou uma diminuição do tempo de produção, mas possibilita uma análise geral por categorias, registando como as pausas se “comportam”.

É de relevar que as paragens dependem da máquina, do colaborador que opera com ela e de todas as condições adjacentes ao processo de enchimento.

Podem existir diversas causas para os problemas que causam paragem no robô ou da máquina. Para reduzir ou eliminar as causas de paragem é necessário proceder à determinação do motivo de paragem. De modo a determinar a causa deve-se procurar o motivo pela explicação mais simples e directa. Obviamente, ocorrem excepções, contudo é mais importante começar pela hipótese mais óbvia e testá-la, do que discutir inúmeras hipóteses e não chegar a uma conclusão. O ideal, é a utilização do processo de eliminação de hipóteses até chegar à causa dos problemas.

9. RELATÓRIOS DE PESAGEM

O interesse de uma empresa é deixar o Cliente sempre satisfeito de modo a este repetir a experiência e voltar a utilizar os serviços ou a adquirir produtos da mesma. No caso, em concreto, da Tintas Robbialac S.A. o Cliente quando adquire uma embalagem da marca sabe (ou precisa de saber) que a quantidade que está a adquirir corresponde à indicada no rótulo.

Assim, desde que as quantidades nas embalagens sejam superiores aos mínimos não haveria contrapartidas, mas tal não é verídico. Primeiro, se as quantidades forem muito superiores às necessárias, corresponde a um custo mais elevado por embalagem para a empresa. Outro motivo, para a correcta colocação da quantidade de tintas nas embalagens, é a reprodutibilidade das cores, no caso em que os produtos são bases de tintagem. Se as quantidades variarem de embalagem para embalagem, por exemplo, obter-se-á, numa embalagem um certo tom de cor e noutra embalagem, em que se verifica maior quantidade de produto, um tom mais claro, pois a quantidade de corante, dispensada pelas máquinas de afinação, para a obtenção de uma cor nas bases com as mesmas especificações é igual para cada embalagem. Por isso, a quantidade de produto na embalagem deve ser a mais exacta possível, porque pretende-se que a cor obtida nas diferentes embalagens seja idêntica.

Outra razão que exalta a existência dos Relatórios de Pesagem é o facto de haver leis que protegem o Cliente e exigem às empresas registos das condições dos produtos vendidos.

O *software* InTouch além de permitir a obtenção dos indicadores de OEE permite, também, a realização de Relatórios de Pesagem.

9.1. Recolha de dados

Na máquina de enchimento 1 e 4 o enchimento é controlado por uma balança. Assim para registar os dados para o relatório de pesagens, o colaborador só tem de carregar num botão depois do peso estabilizar na balança (nesse momento aparece as unidades da pesagem, gramas) e o valor é registado. Na máquina 3 e 5 o colaborador necessita retirar a embalagem da linha de enchimento, deslocá-la até a uma balança, verificar o peso, e carregar num botão para registar o valor.

Na máquina 2 o processo de registo de pesagens já foi realizado automaticamente, visto que a máquina possui balança na própria linha de enchimento. Contudo, não era possível controlar os registos, isto é, os valores nem sempre eram recolhidos nas mesmas condições. Existiam embalagens em que os valores eram registados com embalagens com tampa e outros sem tampa, dando origem a valores muito dispares para o controlo. Por estas razões o processo de recolha na máquina 2 deixou de ser automático e passou a ser manual. Numa primeira análise é uma desvantagem já que obriga a uma paragem da máquina para o registo do peso, no entanto, possibilita um controlo dos valores inseridos no *software*.

Na máquina 2, a pesagem está teoricamente definida para ser efectuada de 10 em 10

embalagens. Esta contagem é realizada no painel de controlo da máquina. O colaborador deve parar o enchimento, informar a balança da pesagem, esperar que a balança estabilize, carregar num botão para registar os pesos para o *software* e só depois continuar o enchimento. Obviamente, o colaborador não procede às pesagens de 10 em 10 embalagens. Principalmente, por esquecimento, porque tem de ser obrigatoriamente de 10 em 10 embalagens e caso se recorde a meio do ciclo, tem de esperar que este conclua para realizar a pesagem.

Não se deve esquecer que o alvo deste estudo incide sobre a optimização da linha de enchimento através de indicadores de desempenho, sendo o método mais eficaz através da eliminação ou redução das paragens, salienta-se que o método utilizado para a recolha de informação do relatório de pesagens implica várias paragens e redução dos tempos de produção.

O Relatório de pesagens está organizado por ordem de enchimento, a linha de enchimento correspondente (máquina), o ID do produto, a data e hora da pesagem, o número da pesagem, o volume (L), o valor mínimo (L) e o valor médio (L).

Além de essencial, o Relatório de Pesagens, quando gerado apresenta vários erros. Num relatório, independente da máquina ou do dia, o valor indicado como valor mínimo, média e registo de pesagem é igual.

Como referido no **subcapítulo 6.1.**, muitas vezes os colaboradores seleccionam as ordens erradas, com formatos distintos dos utilizados. Na realização de um relatório de pesagem verificou-se que uma ordem de formato de 4 L, que tinha sido utilizada para embalagens de 4 L, 5 L e 15 L em dias diferentes, registava sempre o mesmo valor para a média e o registo de pesagem.

10. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS ALTERAÇÕES

Os objectivos deste trabalho foram desenvolvidos e cumpridos de modo a estabelecer o melhor interesse à Tintas Robbialac S.A.

Com o desenvolvimento deste trabalho ressalta-se a importância de aumentar a produtividade das linhas de enchimento através da análise dos indicadores de produtividade.

O sistema de recolha de dados e de obtenção das taxas de OEE, por si só não aumenta a eficácia da empresa. Os dados obtidos pelo sistema e uma posterior análise destes juntamente com tomadas de decisão, impulsionarão o aumento do valor de OEE que, por sua vez, vai aumentar a eficácia global da empresa.

A medição do OEE por máquina é favorável, pois as máquinas processam o seu trabalho individualmente. Assim, é possível identificar quais as máquinas que possuem o valor de OEE mais baixo e agir de modo a aumentá-lo.

O OEE é, sobretudo, uma ferramenta de apoio à melhoria contínua, através do uso da medição das seis grandes perdas, podendo-se eliminar as perdas mais representativas.

O contacto diário dos colaboradores com os indicadores de OEE e a incitação do espírito de maximizar os valores obtidos, permitem otimizar as velocidades de produção.

Os relatórios obtidos referentes ao OEE só têm um papel importante caso se proceda a uma análise diária ou eventualmente semanal. Todas as alterações já efectuadas ao *software* permitiram obter dados mais representativos e claros, reduzindo o tempo de interpretação.

O controlo dos dados é sempre necessário, pois permite verificar se as decisões tomadas estão a aumentar ou a diminuir a eficácia dos procedimentos.

O quadro de indicadores na zona de enchimento é uma mais-valia para o processo de recolha de OEE, permite o acompanhamento directo e une os colaboradores para trabalhar de modo a aumentar os indicadores.

Da primeira lista de alterações sugeridas para a optimização da recolha de dados pelo *software*, com um total de 48 sugestões, 60% destas já se encontram implementadas. Trata-se de um número bastante satisfatório para o período de duração do estágio e para todo o trabalho desenvolvido.

Depois das alterações sugeridas inicialmente surgiram outras alterações que visam otimizar o *software*. Segue a lista de alterações relativas ao *software* que permitirá melhorar o método de recolha de informação.

1. As ordens de enchimento devem surgir sempre na consola sem ser necessário o seu reenvio.
2. O *software* deve registar sempre como tempo de produção 7 horas e 45 minutos, excepto à segunda-feira e à sexta-feira. À segunda-feira o tempo planeado de produção deve iniciar-se às 9h00 (perfazendo um total de 6h45), e à sexta-feira deve terminar às 16h15 (perfazendo um total de 7h).

3. O tempo planeado de produção deve intercalar entre a máquina 1 e a máquina 5, como se se tratasse de uma só máquina.
4. A base de cálculo para os indicadores de desempenho presentes no ecrã da unidade de enchimento deve ser igual à utilizada para a realização de relatórios.
5. Devem existir relatórios de pesagens para todas as máquinas de enchimento e conter a informação correcta.
6. O separador *Áreas* → *Gráfico* deve permitir realizar gráficos de produção para o período desejado de análise.
7. Deve ser possível fechar as ordens de enchimento no estado *ONHOLD* através do *software Supervisor*.
8. Ao abrir uma ordem na consola, registada no *software* com o estado *ONHOLD*, pretende-se que o número de unidades produzidas associada a essa ordem continue a contagem e não reinicie (no *software* contabiliza correctamente).
9. Alterar o estado das ordens para *COMPLETE* através das consolas. Para alterar o estado das ordens de enchimento para *COMPLETE*, através da consola, é necessário na máquina 2, 3 e 5, alterar a dimensão para zero. Pretende-se que seja possível carregar no botão *Fim Plano* no final do enchimento, sem ser necessário alterar a dimensão.
10. Permitir alterar excepções aos turnos no programa Supervisor.
11. No separador *Áreas*, aba *Trabalhos* deve ser possível aceder ao número correcto de unidades produzidas e reclassificá-las.
12. Aumentar o número de ordens de enchimento alocadas à consola da máquina 1.
13. Corrigir o número de lote visível no ecrã principal das consolas. Não é visível o primeiro algarismo.
14. Pretende-se a correcção dos erros verificados na máquina 4, registados na fase final do estágio.
15. Actualizar automaticamente a alteração das horas.

Para finalizar, algumas sugestões para apoiar/facilitar a melhoria contínua, a nível interno.

- A. Deve-se actualizar a lista de velocidades máximas de enchimento.
- B. Além de as empresas zelarem pela contenção de custos, deve-se evitar desligar as consolas. Caso seja mesmo necessário, apenas quando o turno terminar. Pois, quando se desliga as consolas não é possível enviar ordens, nem actualizar a lista de ordens apagadas.
- C. Depois de todas as alterações implementadas e a sua verificação, deve-se fazer uma pequena formação com os colaboradores da unidade de enchimento onde se explica de

uma forma geral o significado dos indicadores, o patamar desejado e se cria uma recompensa, para o colaborador com as taxas mais elevadas do mês. É essencial valorizar as pessoas e premiar a sua dedicação à melhoria contínua.

D. Esta sugestão será a mais difícil de se conseguir, mas será a que trará maiores resultados, e permitirá um registo correcto de todos os dados. As ordens são disponibilizadas pelo Chefe de Secção, no seu computador, e depois são inseridas noutro computador. Um método que permitiria que todas as ordens fossem inseridas no software, era permitir que quando a ordem fosse disponibilizada, criassem um parâmetro que permitira a escolha da máquina, a densidade e o peso final, e que esta fosse directamente para o software evitando a deslocação física a outro computador e evitando procedimentos repetitivos. (Numa empresa tempo é dinheiro).

E. Para aumentar o valor de OEE geral, deve-se proceder à recolha dos dados da máquina de enchimento 6, para isso é necessário adicionar uma consola associada a esta máquina para o registo dos dados. Na máquina 6 existe um grande número de embalagens produzidas que proporcionaria valores mais elevados de OEE.

F. Para se poder reduzir os tempos de paragem, depois da implementação de todas as alterações, deve-se efectuar um estudo exaustivo sobre os motivos de paragem. De modo a analisar a sua representação na produção, como a sua periodicidade e a sua duração, através de gráficos e de tabelas simplistas, permitindo tomar decisões directas que permitirão diminuir as paragens mais representativas.

É de referir, também, que o valor alvo dos diferentes indicadores deve ser maximizado. O valor alvo do Desempenho deve ser de 75%, pois a maioria das velocidades máximas já estão corrigidas. O valor alvo da Disponibilidade deve ser de 60 %, neste momento é de 50%, espera-se que a máquina trabalhe mais de metade do tempo do turno laboral. Estas alterações implicam um valor alvo de OEE de 45%.

A manutenção das máquinas é das medidas mais importantes para maximizar o OEE. Se o processo não estiver a decorrer com normalidade não é possível melhorá-lo.

Depois de implementadas algumas destas medidas, espera-se um aumento do valor de OEE. É de salientar que quanto mais alto o valor de OEE mais difícil é melhorá-lo.

Para aumentar a produtividade, as propostas apresentadas cingem-se principalmente à zona de enchimento. No entanto, é de salientar que, existem inúmeras propostas de optimização exequíveis noutras áreas. É necessário ser flexível de modo à Empresa poder adaptar-se às diferentes mudanças da sociedade e do mercado, acompanhando as novas tendências e desejos dos consumidores.

Ao nível das limitações não se pôde implementar todas as sugestões, pois o trabalho desenvolvido depende de uma empresa externa, envolve largos períodos de negociações, reuniões, contactos e acordos entre ambas as entidades.

Para dar continuidade a este trabalho devem-se efectuar todas as sugestões sugeridas, implementando as alterações que, no **Capítulo 6**, o seu ponto de situação contenha a informação que não tenham sido executadas, bem como acompanhar as alterações já realizadas e caso seja necessário optimizá-las.

11.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Normas Portuguesas: Tintas e vernizes; NP-41-1982
- [2] BREVE HISTÓRIA DAS TINTAS [Online]. *Associação Portuguesa de Tintas*. [Consultado em Abril de 2013]. Disponível em <http://www.ap tintas.pt/breveHistoriaTintas.aspx>
- [3] MARTINS, João Guerra; SILVA, Adelma – *Tintas, Vernizes e Ceras* – 2º Edição. s.l.: Série Materiais, 2005
- [4] Ceresana Research – *Market Study: paints and Varnishes* – 2012
- [5] KOUGOULIS, Jiannis S et al. – *Revision of EU European Ecolabel and Development of EU Green Public Procurement Criteria for Indoor and Outdoor Paints and Varnishes* – Preliminary Background Report. 2012
- [6] FIGUEIREDO, Paulo – *Tintas*. *Diário Económico*, nº 5530, 15 de Outubro de 2012, p. 1 - 12
- [7] TEMÁTICA das tintas e vernizes.s.l.: Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 2004
- [8] Instituto Nacional de Estatística, 2012
- [9] ROBBIALAC [Online]. [Consultado em Maio de 2013]. Disponível em <http://www.robbialac.pt/>
- [10] BROCHURA MATERIS, Robbialac
- [11] FICHA TÉCNICA, Tinta de Acabamento para Fachadas: Hidro-armadura acetinada, 083-. Robbialac
- [12] FICHA TÉCNICA, Revestimento Mineral de Silicato para Exterior: Antique Silkat, 024-X2-. Robbialac
- [13] FICHA TÉCNICA, Para Interior: Velatura aquosa embeleza e dá cor, 028-. Robbialac
- [14] FICHA TÉCNICA, série 554; Esmalte Epóxi Acabamento Brilhante. LMP
- [15] FICHA TÉCNICA, Sistema de Protecção Anti-Fogo para Madeira. SISTEMA B.I.P.
- [16] FICHA TÉCNICA, Betume Poliéster Macio; 347-0016/17. Autosepeed
- [17] FICHA TÉCNICA, PE Betume com Fibra de Vidro; 347-0024. Autosepeed
- [18] FICHA TÉCNICA, Betume Poliéster Universal; 347-0025/26. Autosepeed
- [19] FICHA TÉCNICA, série 554; Esmalte Epóxi Acabamento Brilhante. LMP
- [20] FICHA TÉCNICA, série 555; Esmalte Epóxi de Alta Espessura (Intermédio/Acabamento). LMP
- [21] FICHA TÉCNICA, série 553; Tinta Acrílica HB. LMP

- [22] CLASSIFICATION OF PAINTS [Online]. *Substances & Technologies*. [Consultado em Junho de 2013]. Disponível em http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=classification_of_paints
- [23] COMPOSIÇÃO [Online]. *Associação Portuguesa de Tintas*. [Consultado em Abril de 2013]. Disponível em <http://www.aptintas.pt/composicao.aspx>
- [24] ETAPAS DO PROCESSO [Online]. *Associação Portuguesa de Tintas*. [Consultado em Maio de 2013]. Disponível em <http://www.aptintas.pt/etapasProcesso.aspx>
- [25] GUIA Técnico – Sector das Tintas, Vernizes e Colas. Lisboa : INETI Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 2000
- [26] TINTAS e Vernizes/ Guia Técnico ambiental tintas e vernizes – Série P + L, São Paulo: Federação das Industrias do Estado de São Paulo – FIESEP, 2008
- [27] ESQUEMA DO PROCESSO [Online]. *Associação Portuguesa de Tintas*. [Consultado em Maio de 2013]. Disponível em <http://www.aptintas.pt/esquemaProcesso.aspx>
- [28] PROCESSO de fabrico. Lisboa: Departamento de Produção e Engenharia, Robbialac
- [29] RESPEITO PELO AMBIENTE [Online]. *Associação Portuguesa de Tintas*. [Consultado em Maio de 2013]. Disponível em <http://www.aptintas.pt/respeitoAmbiente.aspx>
- [30] PREPARAÇÃO de tintas e vernizes, limpeza e descarte de embalagens visando à preservação Ambiental.s.l.: Weg. Novembro de 2009
- [31] HORENBEEK, Adriaan; PINTELON, Liliane – *Development of a maintenance performance measurement framework- using the analytic network process (ANP) for maintenance performance indicator selection*. *Omega*, nº42, 7 de Março de 2013, p.33-46
- [32] MUCHIRI, Peter et al. – *Development of maintenance function performance measurement frame work and indicators*. *Int. J. Production Economics*, nº 131, 4 de Maio de 2010, p. 295-302
- [33] TSAROUHAS, Panagiotis – *Equipment performance evaluation in a production plant of traditional Italian cheese*. *International Journal of Production Research*, 13 de Maio de 2013
- [34] TSAROUHAS, Panagiotis – *Evolution of overall equipment effectiveness in the beverage industry: a case study*. *International Journal of Production Research*; Vol. 51, nº2, 15 de Janeiro de 2013, p. 515–523
- [35] *Complex System Maintenance Handbook*; Springer; 2008, p. 37; 434
- [36] CHAND, G.; SHIRVANI, B. – *Implementation of TPM in cellular manufacture*. *Journal of Materials Processing Technology*, nº103, 2000, p. 149-154

- [37] MUCHIRI, P.; PINTELON, L. – *Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. International Journal of Production Research*, Vol. 46, nº 13, 1 de Julho de 2008, p. 3517–3535
- [38] HEILALA, J.; HELIN, K.; MONTONEN, J. – *Total cost of ownership analysis for modular final assembly systems. International Journal of Production Research*, Vol. 44, nº 18–19, 15 de Setembro – 1 de Outubro 2006, p. 3967–3988
- [39] SUGAI, Miguel et al. – *Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. Gestão da Produção*, São Carlos, Vol. 14, nº 2, Maio-Agosto de 2007, p. 323-335
- [40] JAYARAM, Jayanth; DAS, Ajay; NICOLAE, Mariana – *Looking beyond the obvious: Unraveling the Toyota production system. International Journal of Production Economics*, nº 128, 2010, p. 280–291
- [41] NETLAND, Torbjorn – *Exploring the phenomenon of company-specific production systems: one-best-way or own-best-way?. International Journal of Production Research*; Vol. 51, nº 4, 15 de Fevereiro de 2013, p. 1084–1097
- [42] ZAMMORI, Francesco; BRAGLIA, Marcello; FROSOLINI, Marco – *Stochastic overall equipment effectiveness. International Journal of Production Research*; Vol. 49, nº 21, 1 de Novembro de 2011, p. 6469–6490
- [43] MORGADO, Fábio – *Overall Equipment Effectiveness aplicado às linhas de escolha de uma cerâmica. Universidade de Aveiro, Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial*, 2012
- [44] ELIAS, José et al. – *Aplicação da teoria das restrições e o indicador TEEP para o aumento da produtividade em uma indústria de refrigerantes. Novembro de 2010*
- [45] MAGNO, Veras – *Sistema Toyota de Produção (Toyota way). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão: Departamento de Ciências Humanas e Sociais*, Março de 2009
- [46] TOYOTA PRODUCTION SYSTEM [Online]. Toyota. [Consultado em Maio de 2013]. Disponível em
http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/
- [47] RON, A.; ROODA, J. – *OEE and equipment effectiveness: an evaluation, International Journal of Production Research*, Vol. 44, nº 23, 1 de Dezembro de 2006, p. 4987–5003
- [48] ESMAEILIAN, G. et al. – *Particular Model for Improving Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) by Using of Overall Equipment Efficiency (OEE). IEEE*, 2008
- [49] MUTHIAH, K.; HUANG, S. – *Overall throughput effectiveness (OTE) metric for factory-level performance monitoring and bottleneck detection. International Journal of Production*

Research, Vol. 45, nº 20, 15 de Outubro de 2007, p. 4753–4769

- [50] SANTOS, Ana; SANTOS, José – *Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufactura*. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.
- [51] *OEE Toolkit 5.4 - User Manual*. FullFact, 2007
- [52] *The Fast Guide to OEE*. Itasca, IL USA : Vorne Industries Inc, 2002-2008
- [53] AUTOMAÇÃO E EQUIPAMENTO ELÉCTRICO SUCCESS [Online]. Autequel [Consultado em Agosto de 2013]. Disponível em <http://www.autequel.com/#home>
- [54] SYSMAKER [Online]. Sysmaker-Engenharia de Sistemas, Lda. [Consultado em Julho de 2013]. Disponível em http://www.sa.online.pt/produtos/produtos_show.htm?idp=398
- [55] SYSMAKER [Online]. Sysmaker [Consultado em Julho de 2013]. Disponível em <http://www.sysmaker.eu/index.php>
- [56] SOFTWARE SOLUTIONS FOR REAL TIME SUCCESS [Online]. Wonderware [Consultado em Julho de 2013]. Disponível em <http://global.wonderware.com/EN/pages/default.aspx>

12.ANEXOS

12.1. Anexo 1: Relatório pretendido cedido à Sysmaker